

1029



ion corvin sîngeorzan • i. m. ştefan

ghidul cosmosului

★★

ghidul cosmosului



cultură generală

ghidul cosmosului

Să fie oare galaxiile spirale sublime vârtejuri, taifunuri de la tropicele Universului. în care mișcarea convergentă a ciclonului cosmic să tragă uriașe ceruri de stele spre cîte un minuscul *black hole*? Oricum, conștienți de faptul că în secolul trecut relațivitatea generală încă nu era născută, este totuși izbitoare asemănarea dintre *black hole*-ul de azi și imaginea Hyperionului:

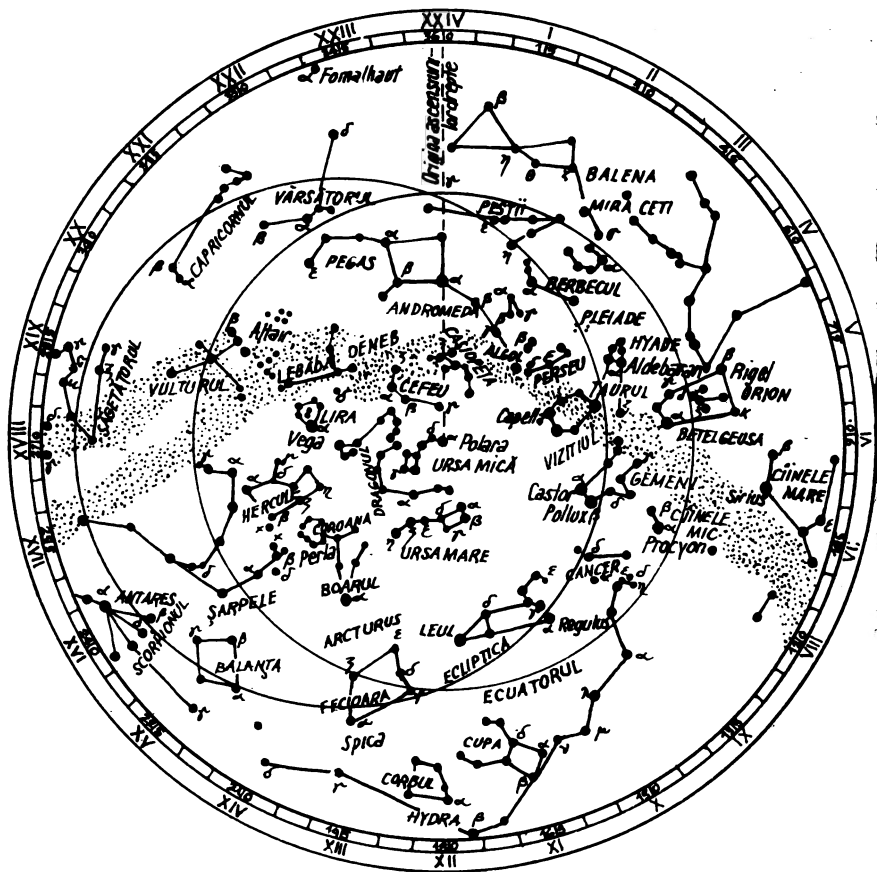
*Căci unde-ajunge nu-i hotar,
Nici ochi spre a cunoaște
Și vremea-ncearcă în zadar
Din goluri a se naște.*

Corpurile negre, absolut invizibile și abia recent descoperite de astronomi, vor răscoli oare filosofia Cosmosului în aceeași măsură în care *Luceafărul* eminescian a răscolit filosofia vieții?

ION CORVIN SÎNGEORZAN



editura minerva





Ilustrațiile copertei, pagina I: *Galaxia spirală M 51*;
pagina II: *Zodiacul cu semnele sale*; pagina III: *sumară
hartă a constelațiilor vizibile din emisfera nordică a
Pământului.*

Schițe executate de *Marian Ștefan Iroaie*

ion corvin sîngeorzan •
i. m. ştefan

★ ★

ghidul cosmosului

BIBLIOTECA PENTRU TOȚI • 1980

EDITURA MINERVA • BUCUREȘTI

Pentru prezentul volum toate drepturile rezervate
Editurii Miperva („B.P.T.“)

III. GALAXIA

(continuare)

C. MATERIA DIFUZĂ

1. Paradoxul lui Olbers

Anumite fenomene studiate în profunzime dezvăluie peste tot în Univers prezența unei materii împrăștiată, greu de detectat, aparent neobservabilă, ce poartă în general numele de „materie difuză”*. Aspecte diferite, începînd cu absorbția interstelară a luminii și terminînd cu niștele fenomen al meteorilor din atmosfera terestră, demonstrează pe deplin diferitele forme sub care se prezintă această materie. Faptul că materia difuză există în realitate, că spațiile interplanetare, interstelare, și, în ultimul timp, cele intergalactice nu sînt vide, a trecut în multe rînduri neobservat. Azi însă concepția despre existența și rolul ei important a triumfat pe deplin. Lăsînd la o parte ideile speculative ale fizicienilor secolului trecut cu privire la „eterul spațial” — vom arăta în cîteva rînduri modul în care ideea că spațiile dintre corpurile cerești nu sînt vide s-a înrădăcinat în astronomie, grație unor argumente puternice.

Să ne ocupăm deci, mai îndeaproape, de apariția și evoluția noțiunii de „materie difuză”. William Herschel, în cer-

* De la cuvîntul latin „diffusus-a-um (diffundo)” — ce se traduce în limba română sub cuvintele: a) întins, împrăștiat; b) vag, nehotărît.

celările sale, a presupus că lumina stelelor se atenuează exact invers proporțional cu pătratul distanței. Cu alte cuvinte, el considera că spațiul interstelar este perfect transparent, neexistind fenomenul de absorbție luminoasă, sub nici o formă. Fără îndoială, în acea vreme, el nu avea motive să se îndoiască de valabilitatea acestei ipoteze pe care a introdus-o în cercetările sale. Totuși, este interesant faptul că, în aceeași perioadă, în 1774, un cercetător cu mult mai puțin cunoscut a ajuns pe cale teoretică să bănuiască existența fenomenului de absorbție a luminii. El considera că spațiul este umplut cu un „fluid” capabil să atenueze slab lumina. În lipsa unui mediu absorbant în spațiile interstelare, un raționament simplu îl conducea pe Chazot în cercetările sale teoretice la o contradicție. Acest raționament a fost dezvoltat mai târziu de către W. Mathias Olbers (1758—1840) în celebrul său paradox. Prin 1823, Olbers considera inevitabilă existența absorbției luminii, în baza raționamentului ce constituie paradoxul său. El a arătat că dacă în Universul infinit ar exista o infinitate de stele, uniform răspândite în el, atunci cerul ar trebui să strălucească orbitor, întocmai ca suprafața Soarelui. Presupunind — pentru simplificare — că toate stelele au dimensiuni egale, Olbers a ajuns la concluzia că suprafața tuturor stelelor văzute de pe Pământ este infinit mai mare decât suprafața sferei cerești. Discurile stelelor se acoperă unele pe altele și deci, ocupînd întreaga sferă cerească, acestea ar avea — în lipsa unui mediu absorbant — un aspect orbitor.

Acest paradox fotometric al lui Olbers, împreună cu un alt paradox, cel gravitațional, al lui H. Seeliger, ne obligă să alegem în așa fel modelul universului, încît aceste două contradicții să nu se producă. Astfel a fost necesar să se admită o considerabilă absorbție a luminii în spațiile interstelare. Olbers a gândit în acest sens. O principală preocupare a sa — studiul cometelor — l-a determinat probabil pe Olbers să presupună că materia absorbantă este asemănătoare materiei din care sînt formate cometele. În cele ce urmează ne

vom convinge că Olbers nu a greșit în această privință. În ceea ce privește paradoxul gravitațional, observăm că el nu este înlăturat prin considerarea unei absorbții interstelare. Nu insistăm însă deocamdată asupra acestui lucru. Admițind deci o absorbție a luminii în spațiu, este necesar să admitem prezența unei materii absorbante, ce s-a dovedit a fi o materie împrăștiată, difuză.

Vom examina, în cele ce urmează, diferite aspecte ale materiei difuze, atât în interiorul sistemului nostru solar, cât și în exteriorul lui, ținând seama de faptul că între materia conținută în sistemul solar și formele de materie aflate în general în Galaxie există legături de ordin genetic precum și influențe reciproce permanente.

2. Exemplul sistemului solar

Materia stelară, despre care am vorbit mai pe larg puțin acum, reprezintă *aspectul organizat* al materiei din Galaxie și, în general, din Univers. Gradul de organizare al materiei în Univers se referă la existența unor legi de mecanică cerească și de astrofizică, precise, care acționează mai mult sau mai puțin asupra diferitelor obiecte cosmice. De exemplu legile lui Kepler sînt riguros valabile în cazul unui sistem de două corpuri cerești — stea și planetă — numai dacă n-ar exista nici o influență mecanică sau fizică exterioară. Datorită unor caracteristici speciale ale planetelor (densitate mare, masă considerabilă etc.) legile lui Kepler sînt preponderente și definitorii în mișcarea sistemului planetar al Soarelui. În cazul unui nor gazos care ar fi în apropierea astrului zilei însă, legile lui Kepler — legi ale astronomiei — ar avea o acțiune minimă; norul gazos s-ar comporta după propriile lui legi fizice, la care s-ar adăuga efectele atracției solare și ale celorlalte corpuri ale sistemului solar; din punct de vedere astronomic, norul ar avea o desfășurare haotică, deci un *aspect dezorganizat*; cu atât mai mult, dacă acest nor s-ar găsi la

distanțe mari, de ani-lumină, de Soare sau de alte stele. În capitolele următoare, vom înțelege și mai bine faptul că *din punct de vedere cosmologic* — punct de vedere cu mult mai complex decît punctul de vedere mecanic, sau decît cel fizic — materia din Univers se prezintă sub două mari aspecte: aspectul organizat (materia planetară, stelară, galactică) și aspectul dezorganizat (materia difuză la aceleași nivele: în sistemul solar, în Galaxie, în Univers).

Ținînd seama de marea importanță pe care o deține materia difuză în cosmogonie, găsim că aici este locul cel mai potrivit să o abordăm. Dar pentru că sistemul solar este o parte — ce-i drept „microscopică” — a Galaxiei, este cazul mai întîi să ne ocupăm de aspecte ale materiei difuze în sistemul solar, fără a repeta însă ce s-a scris la capitolul consacrat acestuia. Apoi, din cerințe ale unității prezentului capitol — prezentarea materiei difuze la toate nivelele — vom aminti, pe scurt, tot aici, și despre materia care umple spațiile dintre galaxii.

Nemărginitele spații intergalactice ne oferă, ca și zonele aflate foarte aproape de Soare, materia difuză sub două forme: gazoasă și pulverulentă. La distanțe de Pămînt de ordinul a sute de milioane kilometri, și chiar mai mici, posibilitățile de studiu ale materiei difuze — prin aceste locuri mult mai densă și variată — sînt practic superioare celor pe care le avem la nivelul Galaxiei și al galaxiilor. Vom descoperi împrejurul nostru — al Pămîntului și Soarelui — o sumedenie de aspecte ale aceleiași materii împrăștiată. Alte fenomene, alte efecte, mult mai cunoscute, ne dezvăluie fapte nebanuite: Soarele și întregul lui cortegiu de planete este înconjurat din toate părțile de o materie împrăștiată, difuză, prezentă sub diverse forme. Planetele circulă pe orbitele lor printr-un strat subțire, în general format din pulbere solidă — materia interplanetară — ce se întinde pînă la hotarele sistemului planetar. Curenții meteorici și asteroizii — alte două forme ale materiei difuze — prin diversele înclinări ale orbitelor lor, dau de fapt sistemului solar un aspect aproape

globular. În sfârșit, un mare „nor de comete“, ce se întinde mult dincolo de orbita ultimei planete cunoscute, înfășură din toate părțile un modest și minuscul nucleu de materie: Soarele și sistemul planetar.

Ar fi absurd să ne închipuim că Soarele și sistemul său reprezintă o excepție în această privință, că în jurul depărtatelor stele, alături de diverse planete, materia interplanetară, cometele, curenții meteorici și asteroizii nu ar exista. Dacă, pînă în prezent, observațiile astronomice nu au reușit să releve acest lucru, aceasta se datorează încă insuficientelor mijloace de observație.

Vom analiza deci pe scurt, în cele ce urmează, principalele aspecte sub care se prezintă materia difuză în interiorul sistemului solar.

a. *Materia interplanetară.* Trei fenomene distincte — lumina zodiacală, eclipsele totale de Soare și meteorii sporadici — permit să studiem materia difuză interplanetară. Luat în parte însă, fiecare din cele trei fenomene prezintă numai aspecte parțiale ale aceluiași nor de materie difuză, aflat în spațiile dintre planete. Sinteza cercetărilor acestor fenomene este singurul mijloc terestru în stare să formeze o imagine reală a poziției, formei și naturii acestui nor interplanetar. Vom analiza pe rînd cele trei fenomene, apoi unele relații între ele ne vor conduce la anumite concluzii. Aceste concluzii sînt, în momentul de față, coroborate — pentru materia difuză din sistemul solar — cu rezultatele măsurărilor directe, din spațiul cosmic, efectuate de către astronauți sau prin intermediul stațiilor automate cosmice. Este un motiv în plus care ne face să zăbovim, ceva mai mult, asupra materiei difuze din interiorul sistemului solar, ceea ce ne va ajuta să înțelegem bine aspectele materiei difuze la nivelul Galaxiei, și al altor galaxii.

Lumina zodiacală se observă bine în regiunile Pămîntului în care ecliptica se ridică mult deasupra orizontului. După ce Soarele a apus și după ce ultimele urme ale crepusculului au

dispărut, pe un cer foarte curat și fără Lună se poate observa de-a lungul zodiacului o foarte slabă bandă luminoasă. Strălucirea ei este mai slabă decât a Căii Lactee. Este întotdeauna axată aproximativ pe ecliptică. Se întinde de la punctul de pe orizont unde Soarele a apus și pînă la înălțimi mari deasupra orizontului, întrecînd uneori 90° . Intensitatea ei luminoasă scade odată cu distanța unghiulară de Soare. Banda luminoasă — ce reprezintă tocmai lumina zodiacală — are o formă conică. Ea poate fi observată și, înspre est, dimineata, înainte de ivirea zorilor, cu vreo 2—3 ore înainte de răsăritul Soarelui. În condiții excelente, se observă uneori cum cele două conuri luminoase — de la apus și de la răsărit — se întîlnesc formînd o fișie încheiată, un „halo zodiacal”. Lumina zodiacală, înspre Soare, nu este în general observabilă la mai puțin de 30° de Soare, deoarece la distanțe unghiulare mai mici ea se confundă cu strălucirea Soarelui. De pe munte, în condiții de vizibilitate excelente, se observă uneori, în lungul zodiacului, punctul diametral opus Soarelui — *lumina antisolară* (*Gegenschein*) — sub forma unei pete ovale, foarte puțin luminoasă. Aceste fenomene — lumina zodiacală, halo-ul zodiacal și lumina antisolară — arată că Pămîntul este așezat într-un nor de materie ce difuzează lumina Soarelui. El este puternic răsbindit în lungul planului eclipticii și se întinde departe de-a lungul orbitei terestre.

Totuși, acum cîțiva ani, erau răsbindite mai multe păreri în legătură cu natura acestor fenomene. O serie de cercetări considerau că atmosfera terestră este bombată în lungul ecuatorului, iar efectul îl constituie lumina zodiacală. Alți cercetători considerau — după cum am amintit mai sus — că lumina zodiacală se explică prin existența unui nor de pulberi în jurul Soarelui, ce dispersează razele solare. După observațiile unor cercetători, ca cele ale lui I.S. Astapovici, sau V.G. Fesenkov, ar rezulta că lumina antisolară este da-

torită unei „cozi“ gazoase a Pământului, îndreptată înspre partea opusă Soarelui. Totuși, problema nu este încă pe deplin rezolvată.

În cele ce urmează vom arăta felul în care s-a ajuns — pe baza observațiilor multiple — la o explicație, mult mai apropiată de adevăr, a fenomenului de lumină zodiacală. Ea rezultă a fi un fenomen complex, ce se produce datorită suprapunerii a două componente: componenta datorită materiei interplanetare — care foarte probabil predomină — și componenta a doua, datorită difuziei razelor solare prin atmosfera terestră. Referitor la cea a doua componentă, anumiți cercetători susțin că spectrul luminii zodiacale precum și alte aspecte dovedesc că atmosfera extrem de rarefiată a Pământului se extinde sub o formă lenticulară în planul ecuatorului terestru, pe o distanță de mai multe mii de kilometri. Această lentilă atmosferică a Pământului ar cuprinde, întotdeauna în direcția opusă Soarelui, și coada gazoasă terestră, ce dă naștere fenomenului de lumină antisolară (Gegenschein). În paragraful ce urmează ne vom ocupa numai de prima componentă a luminii zodiacale, cea care asigură existența norului de materie difuză interplanetară. Vom observa că două păreri distincte s-au contopit în ultimul timp, dând naștere unei teorii științifice încheiate asupra norului de materie interplanetară.

Eclipsele totale de Soare constituie o altă sursă de informare asupra materiei difuze interplanetare. În timpul acestora, atmosfera solară se observă cu ușurință, în tot ansamblul ei. În problema ce o tratăm, ne sînt foarte prețioase observațiile din timpul eclipselor totale de Soare referitoare la coroana solară. La o mare distanță de astru, jeturile împrăștiate ale coroanei se atenuează progresiv, formînd un „halo“ difuz, puțin eliptic, datorită materiei interplanetare. Totuși, strălucirea coroanei scade destul de repede odată cu distanța de la Soare, confundîndu-se în cele din urmă cu fondul cerului. Se înțelege că din cauza difuziei luminii în interiorul conului de umbră — relativ îngust — al eclipsei, fondul

unui cer de eclipsă este destul de luminos, departe de a fi comparabil cu fondul cerului nocturn. Acest lucru îngreunează foarte mult studiul coroanei externe, tocmai aceea parte din atmosfera Soarelui prin care se obțin informații referitoare la zona centrală a norului interplaneta:.

Începînd din anul 1952, coroana solară externă a fost mult observată. Măsurile fotometrice au împins observarea ei în jurul a vreo $2^{\circ},5$ de centrul astrului*. Observațiile spectrografice și polarimetrice ce furnizează concluzii asupra naturii particulelor difuzate au ajuns, respectiv, la $0^{\circ},5$ și 1° de origine.

Un bogat material de observații acumulat în cursul diverselor eclipse totale de Soare ne dezvăluie că lumina coronală rezultă din suprapunerea a două componente, în proporții variabile: componenta denumită „coroana K” și componenta denumită „coroana F”.

Coroana K are un spectru continuu pur, tipic unui gaz foarte rarefiat, cu o temperatură superioară unui milion de grade. Prezintă o foarte mare polarizare. Această componentă a coroanei solare reprezintă efectul difuziei luminii printr-un gaz electronic, aflat la o înaltă temperatură. Bineînțeles, gazul acesta electronic conține și ionii asociați din care acești electroni difuzează lumina. Cercetările arată că coroana K este direct legată de atmosfera solară, luînd parte la rotația Soarelui. Aproape de Soare este foarte strălucitoare. Forma coroanei K prezintă variații în funcție de ciclul activității solare. Se consideră că structurile fine ale acestei componente sînt o reprezentare a cîmpului magnetic din jurul Soarelui. La o distanță mai mare de Soare, componenta K se pierde în halo-ul regulat al componentei F.

Coroana F se caracterizează printr-un spectru identic spectrului solar, puțin roșiatic. Spectrul prezintă liniile întinse ale lui Fraunhofer, tipice pentru spectrul solar. Pola-

* Valoarea maximă a diametrului aparent al Soarelui este de aproximativ $32'$, adică în jurul a $0^{\circ},5$.

rizarea acestei componente este aproape nulă. Astronomul grec W. Abbot a arătat că este independentă de ciclul activității solare. Ea prezintă o strălucire constantă în cursul unui ciclu al activității Soarelui. Strălucirea descrește în funcție de distanța față de Soare. Emisiunea coroanei F nu are o legătură directă cu emisiunea atmosferei solare. Se demonstrează că strălucirea componentei F rezultă prin difuzia luminii solare de către particule solide de dimensiuni egale sau superioare lungimii de undă a luminii. Este vorba deci de difuzia luminii solare printr-o „materie pulverulentă difuză”*.

Diagrama Van de Hulst. Semnalul de atac în problema studiului amănunțit al materiei interplanetare s-a dat în 1947, când Van de Hulst a trasat o diagramă ce stabilește un punct comun între coroana F și lumina zodiacală. Această diagramă — purtată într-o scară logaritmică — extrapolează în fond halo-ul zodiacal, traversind o regiune încă nestudiată în acea perioadă. Din diagrama Van de Hulst, se observă că lumina zodiacală pare a fi o continuare a coroanei F. Cu alte cuvinte, cele două fenomene distincte — lumina zodiacală și corana F — au o cauză unică. Legătura între aceste două fenomene se întărește și mai mult dacă luăm în considerare faptul că atât lumina zodiacală cit și coroana F sint independente față de activitatea Soarelui. Mai multe eclipse totale de Soare au fost urmărite cu mare atenție de către cercetători pentru a se dovedi practic — prin observații — justetea diagramei trasate. Amintim aici, ca foarte fructuoase în această privință, rezultatele a trei eclipse; din 25 februarie 1952, din 30 iunie 1954 și din 20 iunie 1955. Cu ocazia eclipsei din 25 februarie 1952, coroana F a fost urmărită pînă la $7^{\circ},5$ de Soare, determinîndu-se forma și strălucirea ei. Grație polarizației ei, coroana K a fost detectată pînă la aproape 3° de astru. Ținînd seama de faptul că la înălțimi foarte mari strălucirea fondului cerului este foarte mică în

* O astfel de „materie pulverulentă”, cu aproximativ astfel de dimensiuni ale particulelor, vom întîlni și în spațiile interstelare.

raport cu suprafața Pământului, cercetătorii Universității din Colorado (SUA) au hotărât să observe eclipsa de la o mare altitudine. Astfel, la bordul unui avion adecvat, ei au fotografiat eclipsa respectivă de la 10 000 m. Aceste prime experiențe au reușit, însă rezultatele au suferit unele critici, sub aspectul condițiilor tehnice. Eclipsa din 30 iunie 1954 a adus succesul deplin. Cu toate că misiunea franceză care a studiat-o a avut mari dificultăți din cauza timpului nefavorabil, un englez, Dr. Blackwell, de la Universitatea din Cambridge, a obținut rezultate pozitive aplicind metoda observației din avion. De această dată, condițiile tehnice au fost mult mai corecte, deși mai puțin confortabile. Aparatele — 8 mici camere fotografice, lunete de 40 cm distanță focală — au fost îndreptate spre Soare, prin capacul deschis al avionului. Blackwell a efectuat fotometria coroanei solare până la mai mult de 13° de Soare. A obținut măsuri de polarizare, până în jurul a 6° . Din punct de vedere al duratei ei, eclipsa din 20 iunie 1955 a fost excepțională; durata totalității a depășit 7 minute, fiind, alături de eclipsa de la 30 iunie 1973, una dintre cele mai lungi eclipse totale ale secolului. Cu toate că timpul nefavorabil și anumite dificultăți tehnice au limitat observațiile, coroana a fost din nou detectată până la 7° de Soare. Polarizația luminii a fost măsurată până la $4^\circ,5$.

Aceste eclipse totale au dat primele rezultate concludente referitoare la coroana solară externă. Astfel, relația între coroană și lumina zodiacală a fost confirmată de observații. Primele trei eclipse citate au dovedit cu destulă certitudine, că diagrama Van de Hulst corespunde realității. Se adaugă, desigur, și rezultatele prelucrării științifice ale celebrei eclipse de la 30 iunie 1973, când observațiile în faza de totalitate au însumat — pentru prima oară în istorie — zeci de minute, datorită zborului unui avion supersonic de tip „Concorde“, cu viteza deplasării umbrei Lunii pe suprafața Pământului.

Admițind deci ca adevărată această diagramă, obținem pentru fenomenele de lumină zodiacală și coroana F aceeași

cauză comună: un „nor de materie difuză” în spațiul dinprejurul Soarelui. Totuși, înainte existau unii cercetători, în Franța spre exemplu A. Dauvillier, ce susțineau o teorie opusă; lumina zodiacală ar rezulta din difuzia luminii de către electronii răspinși în spațiul interplanetar. Se afirmă deci că este legată mai mult de coroana K, și nu de coroana F.

Măsurile, suficient de precise, ale polarizației luminii zodiacale tind să dovedească că cele două teorii nu se contrazic, ci se completează. A doua componentă a luminii zodiacale, datorită materiei interplanetare, este la rindul ei alcătuită tot din două componente: ea este produsă atât de electronii liberi, cât și de pulberea unui nor interplanetar.

Meteorii sporadici — observați în atmosfera terestră — constituie un al treilea fenomen ce dovedește prezența în spațiile interplanetare a materiei difuze. Fragmentele solide aflate în spațiile interplanetare ce sînt animate de viteze suficiente în raport cu Pămîntul se volatilizează — intrînd în atmosfera terestră — sub efectul presiunii aerului (și a altor cauze), dînd naștere fenomenului luminos al meteorilor (stelele căzătoare). În afara meteorilor, o mare cantitate de pulbere meteorică ajunge pe sol fără să producă efecte luminoase detectabile. În scopul colectării acestei pulberi, se organizează uneori expediții, în munții înzăpeziți, în regiunile de deșert sau în cele polare, departe de orice sursă terestră ce ar depune pulbere asemănătoare. Dealtfel, aceste pulberi influențează, într-o oarecare măsură, transparența atmosferei înalte. Studiul acestui fenomen furnizează deci și el informații asupra materiei interplanetare.

Cînd vorbim despre meteori, este necesar să specificăm la ce fel de meteori ne referim, deoarece ei se clasifică — după originea lor — în două mari categorii:

— *meteorii aparținînd unui „curent meteoric”* prezintă o activitate periodică;

— *meteorii sporadici* nu sînt legați de nici un „curent meteoric”. Originea particulelor ce dau naștere acestor meteori trebuie căutată în spațiile interplanetare. Aceste

particule formează „norul de materie difuză interplanetară“, *un nor de particule puternic turtit*; descriu în jurul Soarelui orbite eliptice de mică înclinare. Sensul lor de mișcare pare a fi direct, întocmai ca sensul de mișcare al planetelor.

Pentru densitatea materiei din acest nor, studiul pulberii captate de Pământ conduce la valoarea de 10^{-21} gr. cm^{-3} , același ordin de mărime ce se obține prin studiul strălucirii luminii zodiacale. Această valoare reprezintă aproximativ un gram de materie în raport cu volumul Pământului. Totuși, valoarea obținută prin studiul meteorilor luminoși se dovedește a fi de o sută de ori mai mică. Acest dezacord ne face să credem că în spațiul interplanetar există două feluri de granule: unele cu viteze importante în raport cu Pământul, ce dau naștere meteorilor sporadici și altele, cu mult mai numeroase, animate de viteze mici. Primele descriu orbite eliptice alungite în jurul Soarelui și celelalte orbite evasicirculare, întocmai ca și Pământul. Ambele categorii de particule din spațiul interplanetar sînt supuse unui important efect.

Efectul Poynting-Robertson. Asupra particulelor ce constituie materia interplanetară se exercită presiunea radiației solare. Astfel, în calculul orbitelor acestor particule este necesar ca în afară de forța gravitației să se ia în considerare acțiunea presiunii radiației. Calculul arată că ansamblul cantității de mișcare al particulei are o valoare cu semn algebric negativ. Cu alte cuvinte, particula nu descrie o orbită eliptică, ci o orbită spirală, ce sfîrșește cu captarea particulei de către Soare sau de către un alt corp ceresc (exemplu Pământul sau o altă planetă). Acțiunea radiației corpusculare a Soarelui asupra particulei intensifică și mai mult efectul Poynting-Robertson.

Să ne imaginăm acum o particulă iluminată de razele Soarelui. În urma compunerii vitezei luminii c cu viteza v a mișcării particulei pe orbita sa, raza de lumină L primește, față de particulă, direcția L' . Astfel ia naștere presiunea radială de respingere P și presiunea tangențială de frînare T . Particula fiind frînată, își va încetini din ce în ce mai mult

mișcarea și efectul va fi o orbită spirală. Odată cu fiecare revoluție, particula se va apropia tot mai mult de Soare și în cazul în care ea nu va întâlni nici un obstacol în cale (planetă sau asteroid), va cădea în cele din urmă înspre suprafața Soarelui. Cu cât masa particulei este mai mică, cu atât acțiunea de frinare a radiației solare va fi mai intensă și cu atât particula va cădea mai repede pe Soare. După cercetările lui Wihpple, datorită acțiunii efectului Poynting-Robertson în fiecare secundă Soarele captează aproximativ o tonă de materie interplanetară. Rezultă că, pentru menținerea constantă a cantității totale de materie interplanetară, este necesară o improspătare continuă a acestei materii. Reimprospătarea se face — după teoriile actuale — fie prin ciocnirea corpurilor meteorice mari, fie prin dezagregarea cometelor, după cum crede de pildă Wihpple.

Se consideră că norul meteoric din jurul Soarelui este în general compus din particule cu *dimensiunile între 10^{-4} cm și 3×10^{-2} cm*. Acest nor se prelungește și dincolo de orbita Pământului.

Să analizăm pe scurt și rezultatele referitoare la *gazul interplanetar*. Am arătat că în afară de pulberea interplanetară, care se pare că predomină în sistemul solar, există în spațiul dintre planete, în mai mică măsură, și gaz interplanetar. Acesta este format — după unele cercetări — în cea mai mare parte din electroni liberi. În apropierea Pământului, densitatea acestui gaz pare a fi de ordinul a 600 electroni pe cm^3 . Densitatea gazului interplanetar crește mult odată cu apropierea de Soare, întocmai ca în jurul stelelor. Azi se admite că sursa acestui gaz este însuși Soarele ce îl emană, în special prin erupțiile cromosferice. În aceeași ordine de idei, trebuie amintiți aici și norii de particule elementare sau fragmente atomice proveniți tot din Soare, sub forma cunoscută de *vînt solar*, precum și diferitele radiații ale Soarelui, mai ales corpusculare, dar și cele fotonice, care toate se inseriu în componenta gazoasă din cadrul materiei difuze a sistemului solar.

Conchidem, din cele spuse, că există un schimb permanent de materie între Soare și spațiul înconjurător. Soarele pierzind din masa sa gazoasă și captînd, în schimb, pulbere interplanetară. Pe baza teoriei, ca și a observațiilor, rezultă că, întocmai ca și spațiile interstelare, *spațiile interplanetare nu sînt vide. O materie difuză, formată în general din pulbere meteorică, este răspîdită în spațiul din jurul Soarelui, întinzîndu-se pînă la hotarele sistemului planetar și avînd forma unui nor puternic turtit — o formă lenticulară.* Componenta dominantă a materiei difuze din sistemul sôlar, cea pulverulentă, este justificată prin prezența mai multor tipuri de corpuri cerești — despre care s-a vorbit cu ocazia descrierii amănunțite a familiei Soarelui — toate trebuind considerate ca fiind forme ale materiei difuze: comete, curenți meteorici și asteroizi. Azi se pare că „rezervorul“ acestora, deci în ultimă instanță originea componentei pulverulente a materiei difuze, ar fi un nor cometar împrejurul Soarelui — cunoscutul nor al lui Oort, despre care s-a vorbit.

b. *Cometele.* Caracterizate fiind prin mase extrem de mici și prin dimensiuni gigantice, cometele conțin, la o suficientă distanță de Soare, o materie împrăștiată, difuză. Această materie cuprinde particule cu toate ordinele de mărime. După cum s-a arătat la capitolul respectiv, cometele sînt în general corpuri cerești de o natură complexă, puțin studiate. Apariția lor este, de cele mai multe ori, neașteptată; într-o anumită parte a cerului apare într-un moment oarecare o mică pată nebuloasă. Apoi aceasta se mărește din ce în ce mai mult. Cu timpul, din minuscula pată inițială se poate forma o impunătoare cometă, cu una sau mai multe cozi.

După cum s-a arătat, pentru componenta solidă a acestor corpuri cerești, se acceptă în general: *modelul de gheață al nucleelor*, conceput de Whipple în 1950. După această ipoteză, nucleul cometei este un conglomerat format din *corpuri meteorice*, apă înghețată și gaze înghețate: amoniac, metan, bioxid de carbon etc. Corpurile meteorice, din acest nucleu

monolit, sint particule mai mari sau mai mici — greu fuzibile — incrustate la intimplare in acea gheață. Ele sint fie de *natură metalică*, fie de *natură pietroasă*. În apropiere de Soare, gazele inghețate sublimează formind coma, efuziunile și cozile. În urma rotației nucleului, diferitele lui părți vor fi încălzite de către Soare neuniform. Ca rezultat, suprafața nucleului de gheață se acoperă cu un strat subțire de *pulbere meteorică*, în general slab conducătoare de căldură. Acest strat apără substanțele volatile din nucleul cometei, împotriva unei sublimări prea rapide. Eliminarea gazelor din capul cometei este sursa unor *forțe reactive*, ce explică bine — după părerea astronomului Dubiago — *accelerațiile sau încetinirile* seculare observate în mișcarea unora dintre comete (ex. cometa Encke etc.).

Problema originii cometelor a fost mult discutată, formulându-se diverse ipoteze. Nici una însă nu corespunde pe deplin realității. Așa, de exemplu, ipoteza „captării” elaborată de Pierre Laplace — marele astronom și matematician francez — și-a pierdut valoarea, ținind seama de faptul că toate orbitele inițiale calculate s-au dovedit a fi eliptice. Această constatare ne obligă să căutăm originea cometelor în interiorul sistemului solar și nu în afara lui. Un procent de 84% din cometele eliptice sint comete îndelung-periodice. Ele străbat deci depărtări mari, unele trecind dincolo de orbita ultimelor planete cunoscute. În concordanță cu aceste fapte se află, dealtfel, ipoteza „norului de comete”. Numărul de comete ce cuprinde acest nor este de ordinul a 10^{11} comete, astfel că masa totală a cometelor din sistemul solar este în jurul a 100 mase terestre, sau $10^{-3} - 10^{-4}$ din masa sistemului solar. În norul din exteriorul sistemului planetar, cometele, sub forma unor mari blocuri, conglomerate de ghețuri și corpuri meteorice, rămîn timp îndelungat, practic nelimitat, de ordinul miliardelor de ani. Perturbațiile slabe provocate de stelele învecinate le obligă uneori să se apropie de Soare. Se desfășoară astfel ultima etapă a vieții cometei, cînd ea începe să-și săvîrșească translația

eliptică în jurul Soarelui. În regiunile interioare sistemului planetar, perturbațiile marilor planete pot provoca o accelerație suplimentară astfel încît cometa să devină hiperbolică în limitele acestui sistem. În alte cazuri, aceleași perturbații încetinesc mișcarea cometei, devenind astfel o cometă scurt-periodică. Odată cu fiecare revoluție în jurul Soarelui, cometa pierde din materia ei și treptat va dispărea prin dezagregare. Din această dezagregare se formează un bogat curent meteoric, despre care ne ocupăm pe scurt în cele ce urmează.

c. *Curenții meteorici*. După cum am arătat, particulele ce constituie pulberea interplanetară gravitează în jurul Soarelui pe orbite eliptice de mică înclinare, cu diverse excentricități. Cu toate acestea, mișcarea relativă a diverselor particule una față de alta este o mișcare dezordonată. Spre deosebire de acestea, în spațiile dintre planete se mai întâlnește o categorie de particule de dimensiuni diferite, a căror mișcare relativă este ordonată. Particulele numite în general „corpuri meteorice”, fiind animate de aproximativ aceeași viteză, efectuează în jurul Soarelui mișcări pe orbite paralele, formînd adevărați „curenți meteorici”. Orbitale acestor curenți sînt eliptice, cu diverse înclinări. Spre deosebire de orbitele particulelor din norul interplanetar, orbitele curenților meteorici se aseamănă mult cu orbitele cometelor și ale unora dintre asteroizi.

Formarea curenților meteorici prin *dezagregarea cometelor* are loc fie printr-o *pierdere continuă de corpuri meteorice* în decursul întregii existențe a cometei respective, fie prin *scindarea cometei*. Trecînd mereu la periheliu, după fiecare translație orbitală completă, cometa pierde o parte din gazele immagazinate în nucleul ei. Lipsa capului unei comete (exemplu cometa 1901 I) indică bătrînețea ei. În general, dispariția capului și coziilor gazoase ale unei comete trebuie să aibă loc în decursul a 200 sau 300 translații eliptice complete. Dezagregarea mecanică a nucleului cometei duce la scindarea

ei. S-au observat multe cazuri de scindări ale cometelor. Vom da numele de *cometă asociată* cometei ce a generat curentul meteoric respectiv. Astfel, cometa asociată curentului meteoric al Bielidelor este cometa Biela. Mulți cercetători consideră *curentul meteoric al Orionidelor*, precum și *curentul meteoric al Aquaridelor* curenți care au drept cometă asociată cometa Halley. Curenții meteorici, după cum am spus mai înainte, se formează prin dezagregarea cometelor pe două căi: fie printr-o pierdere continuă de către nucleu a corpurilor meteorice, fie prin scindarea cometei asociate, datorită unei cauze întâmplătoare (de exemplu ciocnirea cu un curent meteoric oarecare). Să considerăm primul caz, ca obișnuit, al doilea fiind un caz întâmplător. Bredihin presupunea că dezagregarea nucleului cometei are loc prin intermediul cozilor anormale. El a arătat că particulele ce părăsesc nucleul nu se mișcă neapărat pe orbita cometei. Corpul meteoric — de dimensiuni relativ mari — asupra căruia presiunea radiației în mod practic nu are influență, mai prezintă și o viteză proprie cu care a părăsit nucleul. Compunerea acestor două viteze va hotări orbita pe care va gravita în jurul Soarelui. În 1950, A.D. Dubiago a efectuat un studiu teoretic asupra procesului formării curenților meteorici. Pentru a explica expulzarea corpurilor meteorice de către nucleu, el consideră că nucleul cometei conține corpuri meteorice de diverse dimensiuni, supuse la ciocniri reciproce. Anumite corpuri părăsesc nucleul cometei și datorită acțiunii perturbatoare directe a Soarelui sau a altor cauze secundare. Astfel, în mod treptat, se formează roiuri meteorice ce, după un timp oarecare, devin curenți meteorici. Deoarece vitezele particulelor ce părăsesc cometa se deosebesc de viteza cometei, rezultă că și semiaxele orbitelor particulelor se vor deosebi de semiaxa orbitei cometei și se generează curentul respectiv. În urma diferențelor perioadelor de translație în jurul Soarelui, corpurile meteorice se vor răspîndi de-a lungul orbitei cometei. *Un curent meteoric*

*tinăr** prezintă corpurile sale meteorice îngrămădite sub forma unui roi meteoric în apropierea cometei asociate. Un *curent meteoric bătrîn*** prezintă corpurile sale meteorice răspândite de-a lungul orbitei sale. *Cu cât un curent meteoric este mai bătrîn, cu atât particulele sale meteorice sînt mai uniform răspândite de-a lungul orbitei curentului respectiv.*

Din numărul total al asteroizilor cunoscuți, 74,6% au diametre mai mici de 80 km, iar 92,2% au diametre mai mici ca 120 km.

Bobrovnicov a comparat spectrele asteroizilor cu spectrele citorva comete, îndeosebi cu spectrul cometei Halley. S-a observat că, în mod curent, capacitatea de reflexie selectivă a nucleelor citorva comete este aproape identică cu capacitatea de reflexie selectivă a citorva asteroizi. Astfel, Bobrovnicov a emis ipoteza că asteroizii sînt comete ce au pierdut toată materia din care sînt formate cozile lor. Totuși această ipoteză nu pare a corespunde decît parțial cu realitatea. Făcînd o comparație cu orbitele cometelor, se observă că o parte din asteroizi au orbitele lor asemănătoare cu orbitele cometelor. Acest grup de asteroizi a fost denumit *grupul de asteroizi cu orbite cometare*. Asteroizii Hidalgo și Adonis au chiar orbitele mai alungite decît ale multor comete. Înclinația orbitei lui Hidalgo se apropie de 43°. Și asteroidul Icar (1566) are orbita de tipul orbitelor cometare. La periheliu, el se apropie de Soare la o distanță mai mică de 28 milioane km, iar la afeliu se depărtează de Soare la 300 milioane km. Rezultă că anumiți asteroizi sînt în strînsă legătură cu cometele și curenții meteorici. Nu este deci exclus

* Exemplu de curent tinăr este curentul meteoric al *Draconidelor*, legat de cometa Giacobini-Zinner. A provocat averse meteorice remarcabile la 9 octombrie 1933 și 10 octombrie 1946.

** Exemplu de curent bătrîn este curentul meteoric al *Perseidelor*, legat de cometa Tuttle. În general denumirea curenților meteorici provine de la constelația în care se află *radiantul* stelelor căzătoare respective, adică punctul sau zona de pe firmament din care diverg, aparent, meteorii respectivi. Astfel, radiantul Perseidelor se află în constelația Perseu.

ca o parte din ei să aibă o origine comună, legată de comete și curenți meteorici.

Exemplul sistemului solar, cu numeroase aspecte ale materiei difuze — gaze și pulberi interplanetare, curenți meteorici, comete și asteroizi — ușor de cercetat în raport cu Galaxia, este semnificativ pentru înțelegerea diversității formelor cosmice dezorganizate (haotice), forme care sînt posibile împrejurul oricăror stele de tipul Soarelui din Galaxie. Iată de ce am ținut să prezentăm unele aspecte semnificative, chiar revenind asupra celor spuse la un capitol anterior.

3. Exemplul altor galaxii

Galaxiile spirale, al căror plan galactic se confundă întimplător cu planul de vizare al observatorului de pe Pământ, se observă astfel din profil, și așadar sînt văzute pe muchie. Cunoaștem în prezent multe galaxii spirale aflate în această poziție. Amintim următoarele: N.G.C. 4565, N.G.C. 4594, N.G.C. 5746, N.G.C. 5866, N.G.C. 7814 etc. În legătură cu problema ce o tratăm, marea majoritate a „nebuloaselor spirale“, văzute pe muche, ne dezvăluie un fenomen foarte important. Privind aceste galaxii, o diră obscură — așezată de obicei exact în planul ecuatorului galactic respectiv — ne atrage atenția de la prima vedere. Fenomenul — foarte semnificativ — ne dezvăluie cu ușurință adevărata lui cauză: prezența unor nori de materie difuză absorbantă în planul ecuatorului galactic al acestor sisteme stelare. Materia respectivă absoarbe, total sau parțial, lumina stelelor a căror distanță de observator este, fără îndoială, superioară distanței la care norul se află de observator.

Există deci, în spațiile interstelare ale galaxiilor, o materie difuză, capabilă să absoarbă, total sau parțial, integral (în toate lungimile de undă) sau diferențial, lumina stelelor respective.

Recent, a început să se vorbească — în afară de materia interstelară — despre materie intergalactică. Vom analiza pe rând, în măsura posibilităților, cele două aspecte ale materiei difuze din exteriorul sistemului nostru solar; materia interstelară și cea intergalactică.

4. Materia interstelară, evidența și structura ei

Dacă considerăm Galaxia asemenea unor galaxii spirale, vom căuta să descoperim în planul ecuatorului galactic acei nori de materie absorbantă și difuză, care — de la o mare distanță de Galaxie — ar prezenta unor observatori depărtați, așezați în planul ecuatorului galactic, o semnificativă dîră obscură.

În 1922, un prim rezultat a fost obținut de Edwin Hubble. El a stabilit că nebuloasele luminoase situate în Galaxie se distribuie pe cer, de-a lungul ecuatorului galactic. Mai mult! Din studiul repartiției roiurilor globulare pe sfera cerească se ajunge la tabelul următor:

Tabela 1

<i>Latitudini galactice</i>	<i>Numărul de roiuri globulare</i>
0°—10°	36
10—20	25
20—30	14
30—40	8
40—50	5
50—60	1
60—70	1
70—80	5
80—90	1

Se observă că, în general, numărul de roiuri globulare crește spre ecuatorul galactic. Totuși, fapt foarte important și semnificativ, cu toată creșterea considerabilă de roiuri globulare înspre ecuatorul galactic, *în imediata vecinătate a ecuatorului galactic roiurile globulare lipsesc cu desăvârșire.*

Dacă pe un grafic în abscisă sînt notate latitudinile galactice, iar în ordonată numărul de roiuri corespunzător latitudinii respective, curba obținută relevă o remarcabilă simetrie a repartiției roiurilor față de planul ecuatorului galactic. Se observă bine astfel lipsa totală a roiurilor în planul ecuatorului galactic. Cea mai mică latitudine la care se observă roiuri este de $+2^{\circ},3$. Cauza este cea arătată, adică absorbția puternică a luminii în zona „dîrii obscure” din preajma ecuatorului galactic. Materia difuză din acea regiune — adevărați nori giganti de pulberi — s-a îngrămădit acolo, aruncată fiind în exterior de forța centrifugă dezvoltată prin rotația Galaxiei. Este un argument puternic, ce impune asimilarea sistemului nostru galactic cu celelalte galaxii spirale.

În momentul de față se consideră că, în spațiile interstelare din Galaxie, materia difuză — cunoscută în acest caz sub numele de „materie interstelară” — are în structura sa următoarele componente posibile:

- a. gaz în stare neutră sau ionizată (plasmă);
- b. praf (pulbere interstelară);
- c. unde electromagnetice (întreaga gamă spectrală a lungimii de undă — vizibile și invizibile — rezultat al radiației stelelor și altor corpuri cerești)*.
- d. radiații corpusculare;
- e. cîmpuri magnetice.

* Să nu uităm că lumina și, în general, undele electromagnetice, precum și diferitele cîmpuri (de exemplu cîmpul magnetic), alături de substanță (caracterizată prin masa m) și de antisubstanță („anti-materie”), sînt forme fizice ale categoriei filosofice de materie. Legătura fizică între substanță și cîmp (caracterizat prin energia E) este dată de cunoscuta formulă a lui Einstein: $E = m \cdot c^2$ (prin c este notată viteza luminii).

Componentele materiei interstelare se află într-o stare continuă de influențe și schimb reciproc. Ne vom concentra atenția mai ales asupra primelor două componente, deoarece despre celelalte nu putem spune, aici, prea mult: undele electromagnetice, radiațiile corpusculare și cimpurile magnetice sint, dealtfel, manifestări firești ale materiei stelare aflată în condiții fizice dintre cele mai diferite. Componentele la care ne referim (c, d și e) sint, de fapt, forme de trecere (legătură) între materia stelară și materia difuză din Univers. Aceste forme apar uneori sub aspecte foarte complexe — deseori, la nivelul fizicii, încă incomplet studiate — și, de aceea, vom aminti despre ele în măsura posibilităților, în capitolul următor: *Metamorfoze galactice*.

5. Nebuloasele

În spațiile interstelare din interiorul Galaxiei, materia difuză se poate prezenta sub diferite forme, în funcție de concentrația (densitatea) ei și de alte aspecte fizice. În anumite forme, practic *libere* de acțiunea vreunor stele sau altor corpuri cerești, gazul interstelar (de asemenea și pulberea interstelară) avînd o densitate foarte mică poate fi pus în evidență numai într-un mod indirect: prin observații spectrale, observații radioastronomice etc. În alte cazuri, la densități mai mari, gazul interstelar (de asemenea și pulberea interstelară) se manifestă în mod optic — vizibil, sub forma *norilor* și *nebuloselor*.

Dacă aglomerările interstelare de materie difuză sint luminate de una sau mai multe stele apropiate, sau dacă conțin în interiorul lor stele, ele se înfățișează sub forma *nebuloselor luminoase și difuze* din Galaxie. Aceste nebuloase au, în general, forme neregulate. Aglomerările respective — care sint rezultatul exploziei unor stele — au forme ovale sau de inel dacă există o diferență de timp — astronomic vorbind — relativ mică între momentul exploziei și momentul observa-

ției. Aceste tipuri speciale se numesc *nebuloase planetare* (prezentind prin telescop un disc, asemenea unei planete), sau respectiv, *nebuloase inclare*.

În cazul în care aglomerările de materie difuză nu sînt luminate — stelele vecine fiind prea depărtate — ele apar sub forma unor *nebuloase obscure, întunecate*. Bifurcarea Căii lactee, de exemplu, se explică azi prin prezența unei puternice îngrămădiri de materie difuză în acea regiune. Dacă „furcă” Căii lactee ar fi — după cum se credea înainte — o „fereastră” în exterior, atunci, fără îndoială, prin aceasta, s-ar observa galaxii și roiuri globulare.

În 1947, Bok și Rayleigh au descoperit, pe fondul unor nebuloase luminoase, niște formații negre, circulare, ce au fost numite „globule”. Astfel de formații au fost descoperite pe fondul luminos al unor nebuloase din constelația Săgetătorul. Globulele par a fi identice cu o serie de nebuloase — ce e drept, în număr mic — ce s-au dovedit a fi foarte negre, prezentind o absorbție a luminii deosebit de intensă.

6. Gazul interstelar

Formele libere de materie difuză (nori), nebuloasele planetare, ca și nebuloasele luminoase cu emisie proprie a luminii, s-au dovedit a conține, în general, gaz sau plasmă. La această constatare s-a ajuns fie prin cercetări spectroscopice ale nebuloaselor planetare și ale nebuloaselor luminoase (denumite și „nebuloase difuze cu emisie”), fie prin cercetări de radioastronomie. Se vorbește în limbajul de specialitate despre „luminozitate termică” și „luminozitate netermică”; prin prima se înțelege o sursă proprie de lumină, în vreme ce prin a doua se desemnează faptul că nebuloasa respectivă luminează datorită excitării atomilor ei prin lumina unor stele apropiate. Nebuloasele luminoase din jurul stelelor fierbinți de tipurile W, O și B prezintă în spectrele lor cu-

noscutele linii și serii ale hidrogenului — liniile de emisie Balmer, seriile continue de emisie Balmer și Paschen —, liniile de emisie ale oxigenului dublu ionizat și monoionizat (O^{++} și O^+), liniile de emisie ale heliului (He), carbonului (C), neonului (Ne), sulfului (S), azotului (N), argonului (Ar), clorului (Cl) etc. Gazul și plasma interstelară deci, conțin toate elementele chimice citate mai sus.

Un exemplu tipic de nebuloasă planetară care conține gaz luminos netermic este cunoscuta nebuloasă „Crabul” (denumire dată după forma pe care o are). În general, resturile exploziei novelor și supernovelor — nebuloasa „Crabul” este născută din explozia unei supernove observată în anul 1054 — sînt gaze care se prezintă sub forma nebuloaselor planetare și inelare. Spectrul acestor nebuloase scoate în evidență așa-numitele „raze sincrotron” datorită unei puternice polarizării lineare a luminii, precum și unor spectre de emisie cu linii la fel ca la nebuloasele din jurul stelelor fierbinți.

De la gazul interstelar propriu-zis, împrăștiat pe spații întinse și foarte puțin dens, făcînd un fel de mediu de legătură între stele și nebuloase, provin linii de absorbție precise, care se observă în spectrul stelelor. Pînă în prezent, au fost identificate o serie de linii spectrale de absorbție, care ne asigură că gazul interstelar conține următoarele elemente și structuri chimice: calciu ionizat (Ca^+), calciu neutru (Ca), sodiu (Na), potasiu (K), fier (Fe), titan ionizat (Ti^+), precum și molecule CH , CH^+ și CN (cianogen).

Observații radioastronomice. Vom aminti cîteva forme de manifestare a gazului interstelar în domeniul undelor radio. Se constată un fond continuu de emisie radio a Galaxiei, care constă din:

- a) radiațiile termice ale nebuloaselor cu emisie;
- b) radiațiile netermice ale nebuloaselor planetare și a gazului interstelar;
- c) emisia netermică a spațiului galactic (radiații sincrotron în planul și în halo-ul galactic).

Norii interstelari conțin o serie de linii de emisie în spectrul radio, de mare importanță, din care, printre altele, se poate stabili natura gazului interstelar;

a) linia de 21 cm a atomilor de hidrogen neutru;

b) linia de 18 cm a radicalilor chimici OH;

c) unele linii datorate unor molecule care se găsesc numai în anumiți nori speciali;

d) spectrul radio al nebuloaselor luminoase arată și el prezența unor elemente chimice ca hidrogenul (H), heliul (He) și carbonul (C).

Deosebit de importante sînt liniile de absorbție din spectrele radiosurselor: celebra linie de 21 cm. a hidrogenului neutru, la care ne-am referit, și ne vom mai referi, precum și linia de 18 cm a radicalilor chimici OH.

Așadar, gazul interstelar — componentă a materiei difuze alături de praful interstelar — poate fi studiat pe două căi diferite: analiza spectrală a luminii vizibile, pe de o parte, și cercetarea undelor radio pe de altă parte. Prin confruntări reciproce ale rezultatelor de pînă acum s-au putut stabili astfel aspectele principale ale gazului interstelar: gazul nebular fierbinte, gazul nebular rece, și, ca aspect special, hidrogenul interstelar.

Gazul nebular fierbinte. Prezența lui se constată, după cum am mai arătat, în nebuloasele luminoase difuze cu emisie proprie de radiație termică. Aceste nebuloase — conținînd elemente ca H, He, C, Ne, O, O⁺, O⁺⁺, S, N, Ar, Cl etc. — se află în vecinătatea stelelor fierbinți și de aceea gazul pe care îl conțin este fierbinte. Să ne ocupăm pe scurt de procesul fizic care determină luminozitatea termică a nebuloaselor luminoase cu emisie. Radiațiile de scurtă lungime de undă a stelelor fierbinți din apropiere ionizează mai ales hidrogenul conținut în aceste nebuloase. Calculele arată că procesul de ionizare nu poate avea loc decît numai dacă radiația stelelor dispune de lungimi de undă mai scurte de 912 Å. Din punct de vedere microcosmic, în acest proces se produce o cădere treptată a electronului din atomul

de hidrogen, de la nivelele cele mai ridicate la nivelul de bază, situat în vecinătatea nucleului atomic. De aceea, după cum am arătat, analiza spectrală a acestor nebuloase scoate în evidență prezența cunoscutelor linii de emisie Balmer ale hidrogenului. Cu privire la prezența oxigenului dublu și monoionizat (O^{++} și O^+), trebuie amintite aici și așa-numitele „linii interzise“. Deocamdată acestea nu pot fi produse în spectrele de laborator. Chiar și în condițiile unui vid ridicat, produs în laboratoarele terestre, densitatea gazului este încă mare, astfel că electronii, datorită ciocnirilor cu moleculele gazului, sint împiedicați să formeze aceste emisiuni de linii. În mediul interstelar există zone unde densitatea gazului este mai mică decât cel mai înaintat vid din laboratoarele terestre, și astfel este posibilă identificarea în spectre a liniilor interzise.

Așadar, gazul nebular fierbinte poate fi de mai multe ori ionizat, fiind în stare de plasmă. Materia nebulară din apropierea materiei stelare este foarte îndepărtată de starea fizică dată de legile termodinamicii clasice. Stările de ionizație ale unui gaz din apropierea stelelor fierbinți sint modificate substanțial, conform unei anumite legi, cunoscută sub numele de *legea lui Saha*. Cu ajutorul acestei legi, s-au construit modele de nebuloase cu emisie — așa-numitele „sfere Strömgren — prin care se explică de ce numai în jurul stelelor foarte fierbinți se observă nebuloase cu emisie. Hidrogenul ionizat, cuprins în aceste nebuloase, ocupă întotdeauna un loc bine precizat din jurul stelelor fierbinți; spațiul acesta poartă numele de *zonă H II*, spre deosebire de *zonă H I* care desemnează întinsele domenii interstelare în care hidrogenul se află în stare neutră.

Gazul nebular relativ rece se află concentrat în nebuloasele planetare sau inelare. Acestea sint resturi ale exploziilor unor supernove. După cum am mai spus, tipică este nebuloasa „Crabul“. Acest gaz conține hidrogen, dar și elemente mai grele, în general aceleași ca și în cazul nebuloaselor luminoase cu emisie.

Hidrogenul interstelar rece: radiația de 21 cm. lungime de undă. Cea mai mare parte a hidrogenului interstelar se află în stare neutră și, din punct de vedere al structurii sale microcosmice, este în stare atomică. Am mai spus că zona interstelară ocupată cu acest gaz în stare neutră este denumită *zona H-I*. Hidrogenul din zona H-I poate fi pus în evidență numai prin observații radioastronomice pe lungimea de undă de 21 cm. Linia de 21 cm. în spectrul radio se naște pentru că starea de bază a atomilor de hidrogen pot avea două configurații diferite, după modul cum este legat electronul de proton, din atomul de hidrogen. Prin ciocnirile reciproce dintre atomii de hidrogen rece (temperatură circa 100° K), în trecerea de la o configurație atomică la alta, se emit radiunde care dau în spectrul radio cunoscuta linie de 21 cm. lungime de undă. Deoarece Galaxia este foarte penetrabilă prin lungimea de undă de 21 cm., rezultă că o mare parte din spațiile interstelare este umplută cu hidrogen rece. Mai mult! Previziunea teoretică, enunțată mai întâi de Van de Hulst — în 1945 — că trebuie să existe o emisie de radio a hidrogenului rece interstelar, nu numai că s-a adeverit ulterior într-un mod strălucit, dar a servit la determinarea brațelor Galaxiei, la reprezentarea formei și poziției lor în raport cu Soarele și cu centrul Galaxiei, în aceste brațe concentrația de hidrogen rece fiind maximă; astfel, azi nu mai există nici o îndoială că Galaxia este de tip spiral.

7. Pulberea galactică

Forme de manifestare. Se observă că în zonele de pe bolta cerească corespunzătoare planului Galaxiei, în ambele părți ale ecuatorului galactic, lipsesc cu desăvârșire galaxiile îndepărtate. Pricina este un praf dezordonat, care îngreunează privirea noastră în exteriorul sistemului stelar din care facem parte. Este vorba în fond de niște *nori de pulbere absorbantă*; existența lor a determinat pe astronomi să in-

introducă în cercetări termenul de „extincție”, înțelegându-se prin această gradul de absorbție interstelară a razelor luminoase; grosimea și extincția totală a unui astfel de nor se poate determina prin așa-numitele *curbe ale lui Wolf*. Este însă numai o modalitate empirică de apreciere aproximativă, deoarece fenomenul este mult mai complex. Mai întâi, trebuie să amintim că scăderea luminii stelelor (extincția) datorită norilor de pulbere galactică prin care trece această lumină până să ajungă la noi, se face în funcție de lungimea de undă λ a razei luminoase care străbate norul respectiv. Astfel, a fost necesară utilizarea termenului *extincție selectivă* în astronomie, apărând *legea schimbării de culoare* a stelelor (în cele ce urmează ne vom ocupa mai pe larg de ea, referindu-ne la „indicele de culoare” care definește această lege): legea ne spune că lumina unei stele din spatele unei aglomerări de praf cosmic nu numai că slăbește în intensitate datorită absorbției, ci se și schimbă în culoare, adică își schimbă lungimea de undă maximă în spectrul ei. Vom vedea în cele ce urmează că, în spectrul vizibil, datorită absorbției interstelare, stelele se înroșesc, extincția totală fiind proporțională cu raportul $1/\lambda$ (așa-numita „lege λ^{-1} ”). Din punct de vedere spectral, anumite spectre ale stelelor cu culoare schimbată prezintă linii și benzi difuze (de exemplu la $\lambda = 4430\text{\AA}$), datorate prafului interstelar. De menționat că măsurătorile extraterestre noi, realizate cu ajutorul mijloacelor astronauticii, au completat această legitate și în domeniul ultraviolet, în general inaccesibil de la suprafața Pământului.

Dar pulberea galactică se prezintă nu numai sub forma unor nori absorbanți, cercetați în mod indirect, ci și sub forma *nebuloaselor obscure* (poreclite altădată de către astronomi „saci cu cărbune”), când densitatea pulberilor este mare și când nu există stele apropiate, care să se proiecteze pe fondul lor. Mai trebuie să amintim de *nebuloasele prin reflexie*, care conțin tot pulberi. Nebuloase obscure sînt numeroase pe

boltă. Este suficient să amintim întinderile de praf cosmic, vizibile cu ochiul liber, care împart Calea Laptelui în două brațe, începînd de la constelația Lebadă și pînă în Săgetător. Fotografiiile Pleiadelor, realizate la marile telescoape, înfățișează, în jurul stelelor, nebuloase luminoase; acestea sînt datorate aglomerărilor de praf care — prin reflexie — difuzează lumina stelelor respective.

Spre deosebire de gazul interstelar, pentru pulberea galactică nu există o teorie unică și suficient de bine pusă la punct. Există numai ipoteze fizice, sub forma diferitelor modele de praf, care uneori ar fi în amestec cu norii de gaz interstelar. Desigur că toate aceste modele de praf vor fi clarificate de către observațiile ulterioare. Este însă interesant să prezentăm, în cele ce urmează, cîteva considerații mai ample privind praful galactic. Deși, după cum am spus, problema nu este complet rezolvată, precizarea naturii aproximative și evaluarea dimensiunilor medii ale particulelor ce intră în componența prafului galactic ne vor ajuta să înțelegem cîte ceva despre „materia primă” — amestecul de gaz și praf galactic — care stă la baza complexelor procese de naștere a stelelor.

Absorbția interstelară a luminii. După ce, prin 1823, Olbers, pentru a înlătura paradoxul fotometric, considera posibilă existența unei absorbții interstelare, prin 1847 W. Struve a dat o evaluare cantitativă absorbției luminii. Mai tirziu, în perioada de la 1909 la 1914, mai mulți cercetători, printre care Kapteyn, G. Tihov, Van Rhijn și alții, au descoperit și pus în evidență o *absorbție selectivă* a luminii. În 1921, Russel a ajuns la unele concluzii importante, de care ne vom ocupa mai jos. Cu toate rezultatele acestea însă, în acea vreme ideea că spațiul este practic perfect transparent, cu excepția locurilor ocupate de nebuloasele obscure, nu dispăruse încă. Această idee greșită a fost abandonată abia în jurul anului 1930, cînd Robert Trumpler (1886—1965),

studiind roiurile stelare deschise a dat o dovadă convingătoare a existenței absorbției interstelare.

Prin studiul indicelor de culoare* ai stelelor, se pune în evidență o *absorbție selectivă*, ce determină înroșirea stelelor. În cazul unui mediu absorbant între sursă și observator, indicele de culoare observat al unei stele oarecare trebuie să fie mai mare decât indicele normal al aceiași stele, corespunzător clasei spectrale respective. Clasa spectrală apreciindu-se după aspectul liniilor spectrale, este independentă față de absorbția interstelară. Se introduce astfel o nouă noțiune — *excesul de culoare* — notată de obicei cu C.E.** Definim excesul de culoare prin diferența între valoarea observată C a indicelui de culoare și valoarea lui normală C_0 , corespunzătoare clasei spectrale respective.

Mărima introdusă oferă o metodă ingenioasă de studiu a absorbției selective. Cercetînd indicii de culoare ai stelelor, putem obține deci excelele lor de culoare. Cunoșcînd în plus depărtările stelelor respective, se cercetează variația exceselor de culoare în funcție de distanță. Fără îndoială că excesul de culoare este proporțional cu lungimea de parcurs a razei luminoase prin mediul absorbant. Dealtfel acest lucru a fost observat în practică. Distingem, în general, două categorii de absorbție luminoasă și interstelară: absorbția selectivă sau diferențială — despre care am vorbit mai sus — și absorbția totală. Să dăm definițiile celor două categorii de absorbție:

— *absorbția selectivă sau diferențială* reprezintă diferența între absorbția luminii în cele două *lungimi de undă* la care se referă indicii de culoare;

* Maximul de sensibilitate al ochiului fiind în jurul lui $\lambda = 5\,700\text{ \AA}$ și al plăcii fotografice în jurul lui $\lambda = 4\,500\text{ \AA}$, pentru același astru vom distinge o magnitudine fotografică m_{tot} și o magnitudine vizuală m_{viz} . Diferența celor două magnitudini $C = m_{\text{tot}} - m_{\text{viz}}$ definește indicele de culoare al astrului.

** De la cuvîntul Colour Excess.

— *absorbția totală în lungimea de undă λ* reprezintă absorbția luminii pentru o lungime de undă (λ). Determinarea absorbției totale a luminii este o problemă extrem de grea.

Este evident faptul că absorbția depinde de distribuția materiei mediului absorbant. În cazul unui mediu absorbant omogen, valoarea absorbției va fi proporțională cu distanța la sursa de lumină. În cazul mediului absorbant neomogen, lucrurile se complică. Cazul unui *mediu absorbant omogen* este identic cu cel al Soarelui, care, după toate probabilitățile, se situează într-un astfel de mediu. Notînd cu k *coeficientul de absorbție* pe unitatea de lungime, menționăm că această mărime este foarte importantă, prin faptul că ea depinde de dimensiunile particulelor ce absorb lumină. Coeficientul k mai depinde de proprietățile optice ale mediului și este proporțional cu densitatea mediului. Dacă notăm cu p o mărime numită *coeficientul de transparență*, vom avea satisfăcute următoarele condiții:

$k = 0, p = 1 \longrightarrow$ în cazul transparenței complete

$k = \infty, p = 0 \longrightarrow$ în cazul unui mediu opac.

Existența absorbției luminii, pe lângă multe altele, impune necesitatea revizuirii definiției magnitudinii absolute M . Iată deci cită muncă dă în plus astronomilor *efectul de absorbție interstelară a luminii, a cărei cauză este materia difuză*. Să studiem acum legătura între cauză (materia difuză) și efect (absorbția interstelară).

Natura absorbției interstelare a luminii. Absorbția luminii este provocată aproape exclusiv de difuzia luminii ce trece prin stratul de pulberi respectiv. Russel a arătat, în 1921, că cea mai mare putere de difuzie o au unele pulberi formate din particule cu diametre foarte mici. Este foarte posibil, deci, ca nebuloasele obscure să fie formate din astfel de pulberi. Să vedem ce se întîmplă în ipoteza unor particule sferice de rază ρ , distribuite întîmplător.

Notînd cu q factorul de difracție, care arată de cîte ori rolul particulelor în absorbția luminii se deosebește de ecran-

narea simplă, următorul tablou ne este foarte util (λ este lungimea de undă a radiației):

pentru $\rho > \lambda$ $q \approx 1$ — ecranare simplă
pentru $\rho = 0,18 \lambda$ $q_{max} = 2,56$ — difracție
maximă
pentru $\rho = 0,09 \lambda \approx 0,1 \lambda$ $q \leq 0,60$ — difracție ne-
glijabilă.

Luind în considerare aceste rezultate, reies următoarele:

— Dacă dimensiunile particulelor sînt de un ordin mai mare decît lungimea de undă a luminii ce le străbate, efectul constă într-o *simplă ecranare* ($q = 1$) a luminii de către materia difuză absorbantă.

— Dacă dimensiunile particulelor difuzante sînt de ordinul de mărime al lungimii de undă a luminii ce le străbate, efectul constă într-o *valoare maximă* ($q = \max$) a *puterii de absorbție*.

— Dacă dimensiunile particulelor difuzante devin egale sau mai mici decît valoarea de $0,1$ din lungimea de undă a luminii ce le străbate, efectul constă într-o trecere aproape neîmpiedicată a luminii prin mediu, iar *puterea de absorbție devine minimă* ($q \rightarrow 0$), practic neglijabilă.

— Dacă dimensiunile particulelor difuzante sînt de diverse ordine de mărime, influența cea mai mare asupra valorii absorbției va fi exercitată de particulele ale căror dimensiuni sînt comparabile cu lungimea de undă a luminii ce le străbate.

Aceste rezultate valoroase obținute de Russel ne obligă la următorul raționament:

a) Absorbția interstelară a luminii nu poate fi provocată de o simplă ecranare a luminii printr-un număr suficient de mare de particule mari, fiindcă în acest caz nu ar fi selectivă. Observația însă ne relevă o absorbție selectivă (adică depinzînd de lungimea de undă λ);

b) Absorbția interstelară a luminii nu poate fi provocată nici de un mediu gazos, deoarece în acest caz ar trebui să

admitem că mediul respectiv are o masă extraordinar de mare.

Din acest raționament, tragem o concluzie unică:

— *Principala absorbție interstelară este provocată de difuzia luminii de către particulele solide care au dimensiuni suficient de mici pentru a produce difracția.*

Pentru acest caz, există o teorie destul de complicată elaborată de către Mie. Principala nerigurozitate a acestei teorii constă însă în faptul că particulele difuzante se consideră sferice. Teoria lui Mie se ocupă de expresia ce se obține pentru *coeficientul de absorbție* k , în diverse cazuri. Reamintim că coeficientul k depinde de raza ρ a particulelor mediului absorbant, de proprietățile optice ale acestuia și de densitatea lui. Vom distinge două cazuri:

1. *Difuzia luminii prin particule de conductori (metale).* În cazul unor *pulberi metalice*, spectrul stelelor se va caracteriza prin benzi de absorbție selectivă. Mie, ținând seama atât de absorbție cât și de difuzie a obținut, în cazul unor particule metalice, un rezultat care dă un coeficient de absorbție k proporțional cu puterea -1 a lungimii λ .

2. *Difuzia luminii prin particule dielectrice (nemetalice, pietroase).* În cazul unui dielectric, indicele de refracție va fi o *difuzie pură* a luminii. Aceasta conduce, în cazul unor particule nemetalice, la faptul că întotdeauna coeficientul de absorbție k este proporțional cu puterea -4 a lungimii λ .

Îndeosebi pentru gaze, coeficientul de absorbție a fost calculat de Rayleigh printr-o formulă specială, conducând la același rezultat ca și în cazul particulelor dielectrice.

Să rezumăm pe scurt:

dacă $k \sim \lambda^{-1} \rightarrow$	{	particule sferice metalice
dacă $k \sim \lambda^{-4} \rightarrow$		particule sferice pietroase gaz molecular

Admițând teoria lui Mie, observațiile ne vor dezvălui natura mediului absorbant. Să amintim unele rezultate. :

Referitor la nebuloase: printr-o metodă a lui Wolf, s-a determinat că absorbțiile ce se datoresc nebuloaselor obscure ajung pînă la 2^m sau 3^m . Ambartsumian a obținut, pentru absorbția medie într-o nebuloasă, valoarea de $0^m,27$. Cea mai probabilă valoare o putem considera egală cu $0^m,25$.

Pentru absorbția diferențială (a):

— Trumpler a găsit:

$$a_{\text{tot}} - a_{\text{viz}} = 0^m, 32 \text{ pe kps}$$

— Van de Kamp a găsit:

$$a_{\text{tot}} - a_{\text{viz}} = 0^m, 36 \pm 0,03 \text{ pe kps.}$$

— Parenago a aflat în 1937:

$$a_{\text{tot}} - a_{\text{viz}} = 0^m, 39 \text{ pe kps.}$$

Pentru grosimea stratului de materie absorbantă Van de Kamp a obținut 175 ± 50 ps și mai tirziu 210 ± 40 ps.

Din sinteza acestor date de observație se ajunge la concluzia interesantă că absorbția luminii depinde de lungimea de undă după legea:

$$a \sim \lambda^{-4}$$

adică absorbția este proporțională cu lungimea de undă a radiației la puterea -4 .

Acest rezultat ne situează în cazul unei difuzii produsă de particule dielectrice sau în cazul unei difuzii gazoase de tip Rayleigh. Asupra valabilității acestei legi au insistat mult în 1932 Schönberg și Gleisberg. Mai tirziu însă, observațiile au adus dovezi în favoarea unei alte legi. Otto Struve, Keehan și Hiunek cercetînd în 1934 unele stele prin metode spectrofotometrice au găsit o lege mai potrivită:

$$a \sim \lambda^{-2}$$

Rudnic în 1936, O. Melnicov în 1937 au stabilit că în regiunile fotografică și vizuală se verifică destul de bine legea:

$$a \sim \lambda^{-1}$$

În perioada 1940—1943, cu ajutorul observațiilor foto-electrice, Stubbins, Haffer și Whitford au confirmat pe deplin această lege. La fel, Kukarkin în 1940 și Melnicov în 1946 confirmă această lege.

Rezultatele ne îndreptățesc deci să admitem ca adevărată legea:

$$a \sim \lambda^{-1} \quad \text{sau} \quad k \sim \lambda^{-1}$$

Cu alte cuvinte, materia difuză interstelară este constituită din particule de pulbere metalică. Totuși, mai există unele mici abateri sistematice de la această lege. Să determinăm acum dimensiunile particulelor de pulberi din mediul absorbant. Observațiile și teoria conduc la concluziile pe care Otto Struve le-a obținut în 1938. Dăm mai jos un tablou ce relevă dimensiunile posibile ale particulelor de pulberi din mediul absorbant.

Particulele cu dimensiunile de:

10^{-1} cm: *se exclud*, deoarece masa totală a tuturor particulelor din Galaxie trebuie să fie considerabil mai mare decît masa totală a întregii Galaxii.

10^{-2} cm: *se exclud*, deoarece legea reflecției luminii pe asemenea particule nu corespunde realității.

10^{-3} cm: *se exclud*, deoarece stelele situate dincolo de mediul absorbant ar trebui să fie înconjurate de inele de difracție, ceea ce nu se observă.

10^{-4} cm: *se exclud*, deoarece pentru aceste valori ar avea loc o simplă ecranare a particulelor, necorespunzătoare realității.

10^{-5} cm: *sînt singurele posibile*, deoarece pentru aceste valori are loc o absorbție selectivă (diferențială), proporțională cu λ^{-1} , ceea ce se și observă.

10^{-6} cm: *se exclud*, deoarece pentru aceste valori ar avea loc o absorbție proporțională cu λ^{-4} , ceea ce nu se observă.

De asemenea, în cazul unor nebuloase luminoase ar avea loc o polarizare mare a luminii, ceea ce nu se observă.

10^{-7} cm: *se exclud*, idem 10^{-6} cm.

10^{-8} cm: *se exclud*, idem 10^{-6} cm.

10^{-9} cm.: *se exclud*, deoarece particulele în acest caz ar avea dimensiunile atomilor sau moleculelor, ceea ce în cazul unor nebuloase obscure ar fi dat linii de absorbție, fapt care *nu se observă*.

Alte câteva rezultate: admitând legea $A \sim \lambda^{-1}$, pe cale simplă se obține o formulă ce ne permite să calculăm absorbția A , pentru fiecare stea al cărei exces de culoare CE este cunoscut.

Această formulă dă posibilitatea să se determine distanțele fotometrice reale. Dintre toate metodele cunoscute, această metodă de determinare a distanțelor fotometrice pare a fi cea mai sigură. Rămîne — pînă în prezent — neclară măsura în care excesele de culoare corespund realității.

În vreme ce există o părere firească prin care se atribuie materiei interstelare o *stare liberă* — risipită prin tot spațiul interstelar — anumite concluzii rezultate din cercetări arată că absorbția luminii este determinată, în cea mai mare parte, de nebuloasele obscure. Admitînd diametrul Galaxiei egal cu 26 kpc și admitînd absorbția medie în planul galactic de 2,8 magnitudini vizuale pe kpc, găsim absorbția totală a luminii, pe parcursul întregului diametru galactic, de 73 magnitudini stelare. Considerînd densitatea de distribuție a nebuloaselor obscure egală cu 6×10^{-4} nebuloase pe 1 pc^3 , găsim că în Galaxie există 10^8 nebuloase obscure. Raza medie a nebuloaselor obscure este de 2,5 pc și densitatea lor medie de 10^{-24} g/cm^3 . În 1952 K. Haradze a obținut, pentru masa totală a nebuloaselor obscure, 10^7 mase solare. Absorbția observată nu poate fi provocată, într-o măsură apreciabilă, nici de difuzia luminii de către electronii liberi, ce trebuie să existe în spațiu într-un anumit număr, ca o urmare a ionizării gazului interstelar. Evaluările arată că acest efect poate

deveni sensibil numai dacă densitatea gazului interstelar este de ordinul a 10^{-20} g/cm³, ceea ce depășește cu 3—4 ordine de mărime densitatea reală a gazului interstelar.

8. Câmpul magnetic al Galaxiei. Unde electromagnetice și radiații cosmice

În cadrul materiei difuze sînt incluse și formele speciale pe care le denumim, în mod obișnuit, câmpuri: de pildă întregul spectru de unde, de la radiațiile γ și pînă la cele interceptate de către radiotelescoape, își are suportul în câmpul electromagnetic. Acesta, fiind material, ca și câmpul gravitațional, este prezent peste tot în spațiul dintre corpurile cerești. Diferite investigații ne confirmă, atît în spațiul interplanetar, cit și în mediile interstelare și intergalactice, existența celor două forme fizice fundamentale ale materiei: substanță și câmp. Substanța, după cum am arătat, este reprezentată în aceste locuri „nelocuite” (de corpuri cu organizare macrocosmică precisă!), prin gazul și pulberea interstelară, dar și prin radiațiile cosmice. Despre prezența anti-substanței nu putem spune nimic, neexistînd încă mijlocul astronomic de diferențiere a antisubstanței în raport cu substanța. Dintre câmpuri, cităm câmpul electromagnetic și câmpul gravitațional. Câmpul electromagnetic este caracterizat printr-un câmp electric și un câmp magnetic, variabile în timp, care se condiționează reciproc și se propagă cu viteza luminii. Între diferitele câmpuri, precum și între câmpuri și formele substanței (substanță, antisubstanță) există desigur intime relații fizice care, deocamdată, încă nu sînt pe deplin lămurite. Problema însă depășește cadrul astronomiei și, deci, nu este aici locul să o tratăm. Ne-am mărginit doar să precizăm că toate aceste prezențe și interacțiuni își au locul în cadrul materiei difuze din Univers și, ca atare, azi ne este imposibil să ne mai gîndim — asemenea

unor savanți ai secolelor trecute — la vreun „loc gol“, lipsit de materie, în Cosmos. Vid absolut nu există!

Ca exemplu de câmp — component al materiei difuze —, vom considera câmpul magnetic al Galaxiei. El a fost deja bine pus în evidență prin observațiile astronomice de până în prezent. În plus — vom arăta mai departe — câmpul magnetic joacă un rol destul de important în funcționarea „organismului“ galactic.

Cum a fost descoperit câmpul magnetic al Galaxiei? După cum se știe, lumina are două moduri de propagare în spațiu; fiind o undă electromagnetică, purtătorul material al acesteia unde este format dintr-o suprapunere de două câmpuri, unul electric și celălalt magnetic. Această suprapunere însă are o configurație geometrică precisă: intensitatea câmpului magnetic este întotdeauna perpendiculară pe intensitatea câmpului electric. De aici și cele două moduri de propagare a luminii; acestea se numesc direcții de polarizare. Dacă în lumina venită de la un corp ceresc cele două direcții sînt reprezentate în mod egal, spunem că lumina este nepolarizată. Dacă însă intensitatea luminoasă într-una dintre direcțiile de polarizare este, de exemplu, cu 25% mai mare față de a doua direcție, vom spune că polarizarea luminii este de 25%. În general, sursele de lumină obișnuită emit lumină nepolarizată. Se consideră așadar că și lumina stelelor este nepolarizată. Cercetările independente ale lui Hal și Hiltner au dus însă la concluzia că pentru anumite stele lumina este polarizată chiar și pînă la 10%. Ulterior, s-a stabilit că ceea ce produce această polarizare nu sînt stelele respective; de la acele stele lumina pleacă nepolarizată, dar, trecînd prin norii de pulbere interstelară, se polarizează. De ce însă se polarizează? Normal ar fi să existe doar fenomenul de absorbție, despre care am vorbit în paragraful trecut. Deci cauza polarizării trebuia căutată în existența unui fenomen necunoscut. Să ne aducem aminte acum de un lucru pe care l-am stabilit în paragraful trecut: *praful interstelar este con-*

stituit, în general, din pulberi metalice (legea $k \sim \lambda^{-1}$). Dar polarizarea luminii prin aceste pulberi metalice nu se poate realiza decât numai dacă toate fragmentele care constituie pulberea respectivă sînt orientate în aceeași direcție. Cine însă poate produce orientarea în anumită direcție a unor pulberi metalice? Evident, numai un cîmp magnetic. Astfel, L. Davis și J.L.Greenstein au elaborat teoria lor privind cîmpul magnetic al Galaxiei, care răspunde cel mai bine cauzei fenomenului observat, de polarizare a luminii unor stele situate pe boltă în zonele norilor de pulbere cosmică. Conform acestei teorii, cîmpul magnetic trebuie să fie paralel cu planul galactic. Într-adevăr, el a fost detectat în 1962 cu ajutorul marelui radiotelescop de la Jodrell Bank (Anglia). Importanța existenței cîmpului magnetic al Galaxiei este foarte mare; ne vom convinge de acest lucru cînd vom vorbi despre mecanismul posibil al formării actualei structuri a sistemului nostru galactic.

Este interesant de observat faptul că diferitele componente ale materiei difuze din Galaxie s-au „evidențiat” reciproc în fața cercetătorilor. Astfel am văzut că pulberea interstelară a ținut să-și prezinte partenerul — cîmpul magnetic al Galaxiei — prin fenomenul polarizării luminii stelare. Dar și o formă specială a materiei difuze — razele cosmice — a ținut să „trădeze” existența aceluiași cîmp magnetic al Galaxiei. Radiația cosmică pare formată din particule de foarte mare energie; se presupune că ea este de origine galactică. Este adevărat că și Soarele emite uneori raze cosmice, dar cea mai mare proporție din aceste radiații captate în zona terestră provine, după toate probabilitățile, din spațiul interstelar. S-a precizat faptul că particulele care intră în componența razelor cosmice — chiar și cele așa-zise de „joasă energie” — au o energie mai mare decât oricare altă particulă atomică descoperită pînă în prezent. De pildă, energia radiațiilor cosmice de joasă energie este de 1 milion

de ori mai mare decât a particulelor din centrul Soarelui. S-a mai stabilit că radiația cosmică primară (spre deosebire de radiația cosmică „secundară“, care se formează abia în atmosfera terestră) este alcătuită din nuclee atomice grele. În anul 1949, cunoscutul fizician Enrico Fermi a arătat teoretic că, dacă particulele interstelare de joasă energie (provenite probabil din stele magnetice de mare strălucire absolută), sînt injectate într-un nor mișcător de gaz interstelar, care posedă un cîmp magnetic, razele cosmice rezultate — primind o energie suplimentară — devin radiații de înaltă energie. Astfel, nu numai că teoria lui Fermi pare să explice energia înaltă a radiațiilor cosmice primare, dar ea confirmă, pe de altă parte, existența cîmpurilor magnetice în Galaxie.

9. Materia intergalactică

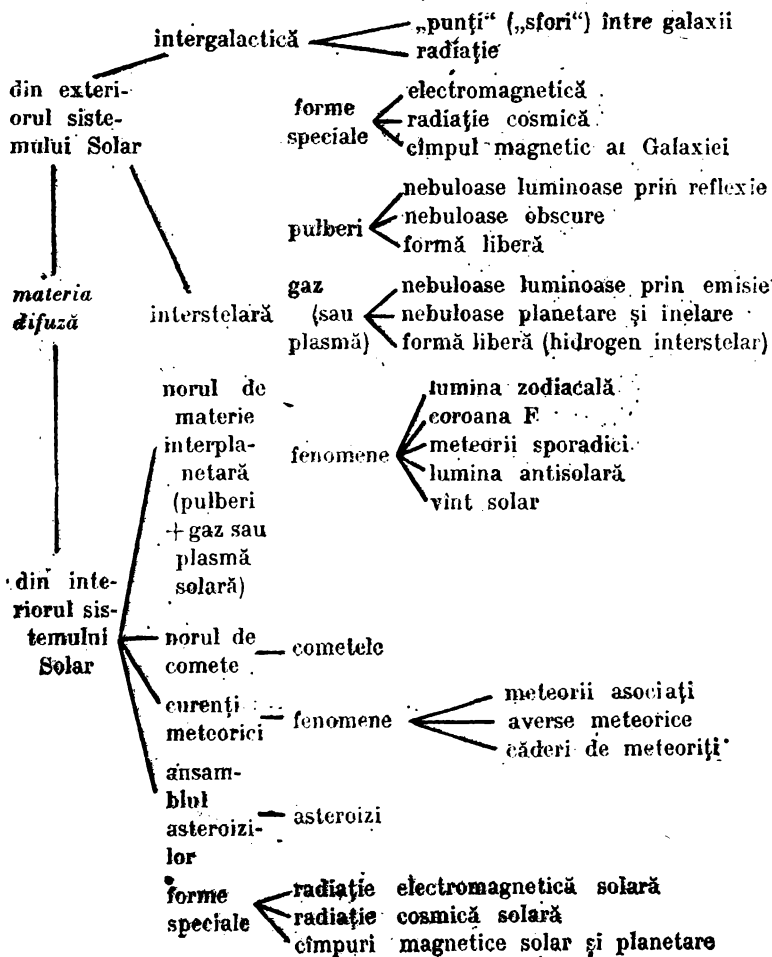
După cum era și firesc, mult timp s-a admis că între galaxii domnește un vid perfect. În ultima vreme însă se vorbește tot mai mult de prezența materiei — sub diverse forme — în spațiul intergalactic. Astăzi — grație unor destul de puternice argumente — prezența materiei în spațiile dintre galaxii nu poate fi negată. Divergențe între diverși cercetători există doar referitor la cantitatea totală de materie intergalactică, influența ei în anumite domenii, natura ei etc. și nicidecum în problema existenței sau neexistenței ei.

Cînd vorbim de materia intergalactică, este foarte natural să înțelegem mai întîi de toate o *materie difuză intergalactică*. Problemele nefiind însă studiate în amănunt, nu insistăm asupra acestei noțiuni. Ne mulțumim să dăm mai jos o foarte sumară expunere asupra unor argumente în favoarea existenței materiei intergalactice, fie sub o formă împrăștiată — difuză — fie sub o formă mai densă.

Odată cu progresul tehnicii astronomice, marginile foarte fine de materie ale marilor galaxii (de exemplu M.31 din Andromeda) se constată a fi tot mai întinse. Nu este eronat a se considera că unele galaxii învecinate sînt legate prin anumite extremități ale lor. Descoperirea „îngrămădirilor de galaxii” a constituit un argument în plus adus în favoarea existenței materiei intergalactice. F. Zwicky a arătat că între un mare număr de galaxii pitice, foarte dificil de observat, nu există de fapt limite precise. Numărul acestor mici sisteme risipite crește pe măsură ce diametrul lor descrește. O fotografie, de pildă, reprezentînd galaxiile 5216 și 5218 legate printr-un „pod” de materie (după clișeul lui P. Zwicky; timp de expunere 30 minute, telescopul de 5m de la observatorul de pe muntele Palomar), și multe altele asemănătoare ei, ne relevă evident prezența reală a materiei difuze intergalactice. Brațele de materie — ce leagă galaxiile real apropiate — asemenea brațului din fotografia citată, au fost descoperite de către Zwicky. Multe astfel de imagini remarcabile reprezintă brațe de materie ce leagă galaxii. În configurația de galaxii reprezentată prin „sistemul lui Keenan”, se observă un braț legînd galaxiile 5216 și 5218. Una dintre galaxii prezintă un braț liber la antipodul „punții”. Mai amintim sistemul lui P. Wild etc. Este interesant faptul că 90% din brațe — „sfori”, după expresia lui Zwicky — sînt de culoare albastră. Ne oprim aici cu expunerea acestei probleme, pe care am vrut să o înfățișăm numai pentru a completa întregul tablou actual al materiei difuze din Univers, lăsînd ca cercetările viitoare să aducă mai multă lumină în acest tînăr capitol al astronomiei galaxiilor.

Dăm mai jos, în schemă, o reprezentare a principalelor forme ale materiei difuze despre care am vorbit. Importanța acestora este deosebită, ținînd seama de faptul că *între materia stelară și materia difuză din Univers se constată*

relații de ordin cosmogonic. Aspecte ale acestor complexe relații, vom trata ulterior în cele ce urmează.



D. METAMORFOZE GALACTICE

1. Stelele se nasc și azi

Un deosebit interes în lumea astronomică, legat în mare măsură și de consecințele filosofice implicate, a trezit descoperirea — în anul 1947 — de către astrofizicianul Victor Ambartumian, a asociațiilor stelare. El a identificat, dispersate printre multiplele corpuri cerești din Galaxie, anumite stele de același tip, care diverg aproximativ din același punct. Aceste grupări de stele în expansiune au fost denumite „asociații stelare”. Se disting două tipuri de asociații. Asociațiile de tip O (după stelele de tip O din ele) sînt formate din grupuri disperse de gigante fierbinți. Diametrele acestor îngrămădiri sînt cuprinse în genere între 100 și 650 ani-lumină. În centrele lor se disting unul sau mai multe nuclee. Astfel, de pildă, cunoscutele roiuri stelare η și α din constelația Perseu (așa-numita „îngrămădire dublă din Perseu”, vizibilă pe boltă chiar și cu un binoclu) s-au dovedit a fi nucleele unei asociații stelare de tip O, din constelația Perseu. Al doilea tip de asociație îl constituie asociațiile T (după numele stelelor variabile de tipul T din constelația Taurul), care conțin în general grupuri de stele pitice reci și a căror strălucire este variabilă (deci stele variabile). Uneori se întîlnesc și asociații combinate între aceste tipuri. În asociații se disting deseori sisteme multiple de tipul denumit Trapez și chiar unele lăntșoare de stele, cu aceeași distanță între verigile respective. Concluzia la care a ajuns V. Ambartumian pe cale teoretică, după care asociațiile stelare sînt sisteme nestabile și se află în curs de dilatare, a fost confirmată mai tirziu de către astronomii A. Blaauwe și B.E. Markarian. Importanța filosofică a descoperirii asociațiilor stelare constă în faptul că aduce o dovadă sigură a acțiunii *legii dezvoltării* în Galaxie. Stelele din asociații sînt foarte tinere, abia născute, iar unele dintre ele sînt mai tinere decît

omul pe Terra, acestea nedepășind 1 milion de ani de istorie a lor. Fără nici o exagerare, putem afirma că stelele se nasc și azi, „sub ochii noștri“.

2. De la materia difuză la materia stelară și invers

Din ce se nasc însă stelele? Azi se știe cu certitudine că, în general, stelele se nasc în grup, în sinul nebuloaselor. Ele nu s-au născut toate odată, la un moment dat, cum se considera de către unii astronomi, ci procesul nașterii stelelor este continuu în Galaxie.

Să revenim la „asociațiile stelare“. S-a stabilit că stelele din aceeași asociație au aceeași vîrstă, ceea ce dovedește că s-au născut în comun din aceeași nebuloasă. În general, asociațiile stelare sînt foarte tinere. Dacă, de pildă, Soarele are o vîrstă de circa 6 miliarde de ani, iar alte stele sînt și mai în vîrstă, ajungînd unele la circa 8 miliarde de ani, stelele din asociații nu ating decît o vîrstă de cel mult un milion de ani. Așadar, apare azi limpede că materia difuză din Galaxie constituie „materia primă“ din care se nasc stelele. Se pune însă întrebarea originii materiei difuze. Cercetările confirmă azi, din ce în ce mai mult, că materia difuză s-ar naște din stele. Într-adevăr, există mai multe fenomene de bază (explozia unor tipuri de stele care întotdeauna generează cîte o nebuloasă, îndepărtarea treptată a unor atmosfere stelare etc.), care confirmă faptul că „materia primă“ a nebuloaselor o constituie anumite stele aflate într-un dezechilibru dinamic. Asistăm așadar la un fenomen grandios: veșnica schimbare și transformare a materiei în Galaxie! Dealtfel, vom vedea că acest fenomen pare a exista și în lumea galaxiilor; sînt anumite procese cosmice în care unele galaxii „îmbătrinite“ se destramă, „rupîndu-se“ în două galaxii noi. De asemenea și în lumea galaxiilor se verifică faptul că ele populează Universul reunite în grupuri — îngrămădiri de galaxii — și nu există decît rareori

galaxii izolate. Mișcarea generală a materiei se verifică așa-
dar în toată partea observabilă din Univers!

Acest „circuit continuu“ al materiei în Galaxie însă —
de la materia difuză la materia stelară și invers — poate
oare să explice întreaga dinamică a Galaxiei, la o analiză
mai amănunțită? Cu alte cuvinte, raportul materie difuză —
materie stelară rămîne același din punct de vedere canti-
tativ? Dar calitativ? Desigur că procesele sînt foarte com-
plexe și ele trebuie abordate atît sub aspect macrocosmic
(materie difuză → materie stelară → materie difuză
ș.a.m.d.), dar și sub aspect microcosmic (nori fierbinți de
particule subatomice — plasmă — sau hidrogen interstelar
→ elemente grele → elemente ușoare ș.a.m.d.).

Ne vom mărgini aici să spunem că, în zona planului ga-
lactic, unde materia difuză are o grosime efectivă de 250 pc.,
densitatea mijlocie a gazului se apreciază azi a fi de
 10^{-24} g/cm³, iar densitatea mijlocie a prafului de 10^{-27} →
 10^{-26} g/cm³. Gazul interstelar reprezintă, din punct de
vedere microcosmic, în general, materia simplă — subato-
mică și atomică — a elementelor ușoare, iar pulberea galac-
tică conține, mai ales, elemente grele. Materia difuză aparți-
nînd Populației I extreme, mai ales praful interstelar, pare a fi
un adevărat rezervor pentru elementele grele. Că lucrurile
stau astfel există cîteva argumente: de pildă, norii interstelari
— cu diametre medii de la 5 la 10 pc și cu o densitate de 10^{-23}
g/cm³ — au aceeași viteză ca și stelele Populației I, între-
pătrunzîndu-se reciproc. Se constată că viața unui nor este
în jurul a 10^7 ani, înainte de a se întîlni cu altul și a-și pierde
independența. Dar materia stelară nu conține nici după
încheierea definitivă a formării stelelor din nebuloase — să
primească și să facă schimb cu materia difuză. Stelele, ca
și Soarele dealtfel, în mișcarea lor proprie, dar și în mișcarea
„de grup“ în jurul centrului galactic, pot să se întîlnească
cu nori de materie; uneori aceste întîlniri produc fenomenul
„captării“ materiei difuze de către cea stelară. Paradoxal,
stelele pitice, deci materia stelară ajunsă la stadiile ultime

de evoluție ale ei, prin atracția lor excepțional de mare, par să fie „captatoarele” cele mai eficiente ale materiei difuze. În schimb, am văzut că materia stelară — Soarele, de pildă — prin permanenta radieră în spațiul înconjurător a undelor electromagnetice, a razelor cosmice etc., generează, la rindul ei, în mod continuu, materie difuză. Dar această generare se face deseori și într-un mod pe care putem să-l numim „instantaneu”; este vorba de exploziile colosale ale novelor și supernovelor, care formează nebuloase planetare; ulterior, acestea, prin expansiune, devin inelare. Conchidem deci că materia difuză este materialul de construcție al materiei stelare — actualele stele — și se naște din materia stelară. Așadar, subliniem din nou că *între cele două aspecte fundamentale ale materiei din Galaxie — difuză și stelară — există relații cosmogonice.*

Rămine însă de precizat punctul de vedere microcosmic. Treptat s-a ajuns la concluzia că Galaxia (și în general, partea din Univers cunoscută) este, în cea mai mare parte, formată din hidrogen. Cu alte cuvinte, primul element din cunoscuta tabelă al lui Mendeleev — cel mai simplu element din natură — este și cel mai răspândit în Galaxie. În medie, 90% din substanța stelelor o formează hidrogenul. Am mai văzut că, asemenea materiei stelare, nici materia difuză nu este săracă în hidrogen; nu numai în mediul interstelar, dar chiar și în mediul interplanetar. Încă prin 1961, de exemplu, satelitul artificial Explorer X a descoperit, la peste 100 000 km de Terra, că într-un centimetru cub de spațiu interplanetar se puteau număra 6—20 nuclee de hidrogen. Dar hidrogenul nu este altceva, după cum se știe, decât forma de trecere de la o structură subatomică (a particulelor denumite „elementare”) la o structură atomică. Hidrogenul este singurul element în atomul căruia nucleul nu este compus, ci este constituit dintr-o singură particulă: protonul. Se apreciază azi că hidrogenul, elementul nr. 1, ar fi prima verigă a „materiei organizate”. Pentru că, de pildă, hidrogenul plasmificat (în stare de plasmă) — întâlnit, după cum am vă-

zut, în anumite forme a gazului interstelar — este, de fapt, o „materie dezorganizată“ și la nivelul microcosmosului, fiind un amestec haotic de protoni și electroni. -

Azi se știe, în general, cum s-au născut elementele. În retorta creației lor au acționat reacțiile termonucleare! Soarele, după cum s-a arătat la capitolul respectiv, ne dă un exemplu convingător de transformare a hidrogenului în heliu, prin eliberare de energie luminoasă. Reacții de tipul proton-proton și carbon-azot au loc și în alte stele. Prin reacții asemănătoare, materia stelară a ajuns de la forma simplă a hidrogenului, la forma complexă a elementelor grele. Se pune însă întrebarea cu privire la procesul invers. Dacă într-adevăr există la nivelul Galaxiei (și a altor galaxii) un „circuit“ cantitativ și calitativ al materiei, cum se transformă elementele grele din nou în hidrogen? Unul din răspunsurile posibile ni-l dă cunoscutul astrofizician și cosmolog Fred Hoyle. Dacă ciocnirea între nucleele de hidrogen (protoni) și nucleele grele este foarte violentă — în cazul interacțiunilor, de pildă, dintre forme ale materiei difuze și forme ale materiei stelare — atunci nucleele grele, în loc să emită neutroni liberi (cum se întâmplă la ciocniri nu prea violente), vor avea tendința să se spargă, emitând astfel un mare număr de fragmente. Reacțiile respective de fragmentare au fost studiate în laborator și astfel se știe că ele produc nuclee de elemente ușoare, cum ar fi litiul, beriliul și borul. Acesta este probabil procesul — conchide Hoyle — prin care au reapărut în Univers grupurile de nuclee ușoare. Se pare că azi se întrezărește destul de bine firul cosmogonic, care are loc în Galaxie în relațiile dintre materia difuză și materia stelară.

3. Mecanismul cibernetic al Galaxiei

Galaxia ca și, dealtfel, întregul Univers, sînt privite azi ca sisteme cibernetice gigantice care se autodesfășoară. Acest lucru reprezintă un punct de vedere nou, după ce, de-

cenii întregi — mai ales acelea din a doua parte a secolului trecut și prima parte a secolului nostru — savanții considerau ca legitate supremă, la scara galaxiilor, o inevitabilă evoluție a acestor sisteme cosmice spre o „moarte termică” generală. Galaxia, și orice sistem stelar, erau considerate ca *sisteme izolate*. Aplicându-li-se acestora cel de-al doilea principiu al termodinamicii — principiul entropiei — conform căruia într-un sistem izolat temperaturile se egalizează, se ajungea la concluzia că, mai devreme sau mai târziu, orice mișcare în Galaxie va înceta. Pe de altă parte, datorită aceleiași interpretări, rezulta că „ordinea primitivă” a Galaxiei, și a Universului în general, era de înaltă organizare. Așadar, sensul de „evoluție” a sistemelor cosmice era considerat ca plecând de la o înaltă organizare la o degradare universală. În acest caz, ne putem convinge ce mult a însemnat pentru corectarea acestor opinii ipotetice descoperirea treptată a prezenței unei materii difuze la toate scările: în sistemul solar, în Galaxie, între galaxii. Materia difuză constituie factorul de legătură între diversele sisteme cosmice; acestea apar azi ca *sisteme deschise*, neizolate, între care există permanente schimburi de materie. Pentru acestea, principiul entropiei este inaplicabil. Punctul de vedere „cibernetic” în mecanismul Galaxiei și — după cum vom vedea în capitolele următoare — al Universului, este din ce în ce mai mult acceptat de către cercetători. Conform acestuia, între gradul de organizare a materiei în Galaxie (Univers) și gradul de dezorganizare există o unitate dialectică. Nu vom putea răspunde deci corect la întrebările cu privire la originea sistemului solar, fără a-l considera pe acesta ca pe un component al Galaxiei. La fel, nu vom înțelege bine nașterea, evoluția și, în general, „mecanismul” dinamic al Galaxiei, fără a ține seama de locul ei în Univers și interacțiunile pe care le are cu celelalte galaxii.

Pentru înțelegerea cât de cât a mecanismului cibernetic al Galaxiei, să ne ocupăm — foarte pe scurt — de cauzele care au determinat ca, în evoluția lui, sistemul nostru ste-

lar să aibă actuala structură. Chiar cu riscul unor repetări, vom aminti mai jos ansamblul structural actual al Galaxiei, pentru a putea apoi răspunde la două întrebări fundamentale: De ce Galaxia are o turtire pronunțată? De ce ea are o structură spirală?

Sistemul stelar al Căii Lactee — cum poate fi denumită Galaxia — este împărțit, după cum s-a văzut, în mai multe subsisteme care, deși cu caracteristici proprii fiecăruia, se întrepătrund reciproc. Se disting trei subsisteme de bază, care de fapt formează respectiv componenta plană, sferică și intermediară a Galaxiei¹. La acestea se mai adaugă un al patrulea subsistem — tot sferic — „coroana“ constituită din sursele undelor radio din Galaxie, care se întinde mult mai departe decît subsistemul sferic de stele. Componenta plană (stele gigante alb-albastre, roiuri de stele deschise, nebuloase gazoase și pulverulente etc.) formează planul central al Galaxiei, concentrîndu-se în cel puțin trei sau patru brațe spirale care se înfășoară în jurul nucleului. Stelele acestei componente au mișcări aproape circulare în jurul centrului galactic. Componenta sferică (stele gigante și supragigante roșii, stele subpitice, roiuri globulare de stele etc.) formează nucleul Galaxiei, precum și o distribuție sferică simetrică în raport cu centrul galactic, cu o densitate care crește spre acest centru. Sfera exterioară a acestui subsistem o formează roiurile globulare de stele. Stelele subsistemului sferic se mișcă pe orbite foarte alungite, care au înclinații mari una față de alta. Subsistemele componente intermediare sînt grupuri de stele a căror distribuție spațială este intermediară între componentele descrise mai sus.

rotația Galaxiei în jurul axei sale este destul de complexă. Acest lucru se datorește faptului că nucleul galactic nu conține decît cîteva sutimi din masa totală a Galaxiei. Astfel, cîmpul de gravitație al acesteia este determinat de

¹ Din punctul de vedere al „generațiilor“ de stele, s-au fixat cinci subsisteme.

toate elementele sale constitutive. Deși mișcarea are loc în jurul nucleului, aceasta nu seamănă nici cu rotația unui corp solid și nici cu o mișcare de revoluție a unor corpuri cerești ce respectă riguros legile lui Kepler. Este o mișcare intermediară între aceste două mișcări, astfel precum s-ar mișcă în jurul axei sale un corp format dintr-o materie viscoasă.

Nucleul este încă puțin cunoscut. Densitatea stelară este aici relativ mare, densitatea gazului interstelar din nucleu însă nu depășește densitatea lui din brațele spirale. Din nucleu are loc o puternică expulzare de hidrogen, cu o viteză de aproximativ 50 km/s. S-a putut determina faptul că, în vecinătatea Soarelui, fluxul de gaz interstelar are o viteză de 7 km/s. După cum se știe, Soarele (deci și Pământul!) se află la aproximativ 30 000 ani-lumină de centrul Galaxiei, în marginea brațului Orion. În vecinătatea noastră (înțeleasă la scară galactică!), la mai puțin de 2 000 ani-lumină, se află cea mai frumoasă nebuloasă de pe cer, pe care o putem vedea bine în serile de iarnă, nebuloasa din constelația Orion. Grosimea brațului galactic, este în zona Soarelui de circa 3 000 ani-lumină.

La circa 10 000 ani-lumină de Soare — sau, ceea ce este același lucru, la 20 000 ani-lumină de centrul galactic — începe un imens inel, format dintr-un amestec dens de materie stelară și materie difuză, care are o grosime de circa 10 000 ani-lumină. Dincolo de inelul galactic — situat, evident, în planul central al Galaxiei — se întinde o zonă relativ săracă în stele și materie difuză care ocupă un loc mai mic decât volumul inelului despre care am amintit. La circa 1 600 ani-lumină de centrul Galaxiei, se află un al doilea inel, concentric cu primul, care are o grosime de numai 300 ani-lumină, el având aceeași structură densă ca și primul inel, localizat în „bulbul” central al Galaxiei. În sfârșit, după o nouă zonă rarefiată, se află nucleul propriu-zis al Galaxiei. În el materia se prezintă într-o formă specială: sorii și hidrogenul interstelar sînt practic uniți, formînd

un conglomerat, care determină o structură asemenea unui corp rigid. Se apreciază că, dacă Soarele ar fi în centrul Galaxiei, pe o rază de circa 10 ani-lumină de el ar mai exista 20 000 000 stele. În locul actual însă — în brațul Orion — pe o rază de 10 ani-lumină nu sînt decît vreo 7 stele în jurul Soarelui, care au fost descrise la începutul acestui capitol. Se înțelege că, dacă Soarele ar fi în centrul Galaxiei, într-o asemenea aglomerație de stele, la presiuni enorme și temperaturi ridicate, ar fi imposibilă apariția vieții — din multe motive — pe eventualele planete din jurul său (dacă acestea ar putea exista, în condițiile respective!). De fapt, structura nucleului Galaxiei trebuie să fie asemănătoare cu structurile nucleelor altor galaxii de tip spiral. Astronomul Baade, de pildă, s-a ocupat de nucleul galaxiei Andromeda, făcînd unele observații astrofotografice importante; nucleul acestei galaxii vecine (la circa 1,5 milioane ani-lumină de noi!) ar avea un diametru de 50 ani-lumină. Rezultatele au fost confirmate și prin studiul efectuat cu o cameră electronică adaptată la un telescop gigantic. Nucleul Galaxiei noastre trebuie, de asemenea, să aibă un diametru de același ordin de mărime.

Să ne punem acum întrebarea cu privire la autofuncționarea Galaxiei. De ce „lentila” galactică (subsistemul plan și subsistemul intermediar) este formată din două zone distincte: „bulbul” Galaxiei și brațele ei spirale? Am văzut că „bulbul” Galaxiei — adică nucleul și cele două inele cu spațiile respective dintre ele — conține o materie densă, care de fapt reprezintă un *amestec de materie stelară și materie difuză*. Acest amestec special — mai ales cel din nucleul galactic — se menține prin acțiunea a două forțe: presiunea de radiație a stelelor constitutive și forța de gravitație a ansamblului. Prima nu admite ca stelele să se unească, iar a doua nu dă voie ca nucleul să se destrame. S-ar putea însă, tot atît de verosimil, ca în centrul nucleului galactic să existe un black hole! Cum se explică însă existența celor două inele în jurul nucleului? Pentru a înțelege acest lucru,

trebuie să spunem că, în procesul contracției zonei centrale a Galaxiei — contracție care s-a produs în timpul și după formarea ei, ca sistem stelar — a avut loc, în această zonă, un *efect de cadă*. Aceasta înseamnă că rotația bulbului Galaxiei a început concomitent cu contracția sa; cu cât contracția devenea mai accentuată, cu atât viteza de rotație creștea și, în plus, această viteză era maximă în apropierea centrului galactic. Este, prin analogie, același lucru care se întâmplă într-o cadă cu apă: deși inițial apa este relativ liniștită, odată cu scoaterea dopului din partea de jos a căzii, întreaga cantitate de apă va fi antrenată într-o mișcare de rotație (virtej), cu viteza maximă în locul unde se scurge apa. Dar rotația rapidă a „bulbului” galactic a produs, la ecuatorul acestuia, treptat, unele efecte care, datorită forței centrifuge, s-au desprins de nucleul propriu-zis. Separarea lor s-a produs datorită contracției, în continuare, a nucleului, dar și altor cauze mai complexe. De fapt, „bulbul” galactic marchează zona în care forța centrifugă a învins forța de gravitație, împărțind astfel Galaxia în două părți distincte: zona centrală (bulbul) cu o structură specială (conglomerat), în care densitatea amestecului de materie difuză și materie stelară este extrem de mare, și zona periferică („brațele”), unde se face simțită distincția netă între cele două forme de materie galactică. Desigur că materia difuză reprezintă astfel, în general, stadiul primar de dezvoltare a Galaxiei — probabil inițial*, un nor supergigantic din hidrogen — în vreme ce materia stelară ne scoate în evidență mai ales stadiile următoare în evoluția sistemului nostru stelar. De adăugat însă un fapt important: în fiecare an, „bulbul” galactic elimină prin propria-i forță centrifugă la ecuatorul său — adică în planul Galaxiei — o masă de gaz care depășește în valoare masa Soarelui; așadar, din materia expulzată în exterior

* Cuvîntul inițial este desigur valabil la scara Galaxiei. Originea norului supergigantic din hidrogen, care a dat naștere Galaxiei, trebuie căutată la un nivel ierarhic superior, adică în Metagalaxie; a se vedea în cap. următor.

de către „bulb“ s-ar putea naște cîte un Soare pe an. Dacă însă presupunem că Galaxia are o vîrstă în jur de 10 miliarde ani și, în plus, că ritmul de expulzare nu a fost întotdeauna același, ajungem la concluzia că din „bulbul“ galactic a fost expulzată, în timpul vieții trecute a sistemului stelar al Căii Lactee, o masă enormă: aproximativ un sfert din masa totală a Galaxiei! Nu este greu de întrezărit faptul că această masă a constituit — și constituie — „materia primă“ pentru alcătuirea și completarea, în continuare, a brațelor spirale ale Galaxiei.

Să reținem deci una dintre concluziile esențiale privind „mecanismul“ cibernetic al evoluției Galaxiei: nucleul galactic a alimentat, și alimentează în mod permanent, planul central al sistemului cu „materia primă“ necesară spirelor Galaxiei! Se ridică însă alte două întrebări: a) de unde dispune nucleul de enorma cantitate de materie necesară alimentării continue a planului galactic? b) cum se explică faptul că într-un disc s-a format o structură spirală? Vom răspunde mai întîi la a doua întrebare. Problema formei spirale a unor galaxii și apoi forma spirală a propriei noastre Galaxii au preocupat de mult pe cercetători. În istoria acestei probleme, una dintre interesantele explicații posibile a aparținut lui Weizsaecker. Este binecunoscuta *teorie a „ceștii cu cafea“*. Dacă cu o linguriță agităm în mod obișnuit cafeaua neagră dintr-o ceașcă, și dacă adăugăm puțină frișcă, vom observa că frișca se dispune sub forma unor spire în jurul unui „nucleu central“, ansamblul suprafeței lichidului reproducind imaginea unei galaxii spirale. Lucrurile se întîmplă astfel: datorită peretelui ceștii, se frînează lichidul din apropierea lui; cu ajutorul picăturilor de frișcă, se pune în evidență efectul de rămînere în urmă a cafelei din apropierea marginilor „discului“ superficial față de părțile centrale. Pe baza acestei teorii, autorul ei a dedus că un nor inițial, de formă neregulată va lua, datorită mișcării generale de rotație, care se naște ca efect al tendinței de concentrare gravitațională, o formă caracteristică, pe care Baade, ulterior, a numit-o

„spiralitate“. Totuși, mai târziu, s-a arătat că numai rotația născută în norul inițial nu poate explica pe deplin „încălțirea“ brațelor unei galaxii. Ipoteza „ceștii cu cafea“ ar da numai un efect secundar în nașterea galaxiilor spirale, dacă nu am preciza fenomenul care ține locul pereților ceștii din cazul experienței cotidiene citată mai sus. Trebuie deci să existe un fel de „carcasă“ galactică care să frneze amestecul de materie difuză și stelară din marginea discului galactic. După multe dezbateri teoretice, dar și în urma unor investigații observaționale (despre care, în parte, am vorbit la capitolul materiei difuze), începînd cu anul 1953, doi cercetători de prestigiu — Fermi și Chandrasekhar — se pare că au dat peste „pereții“ ceștii de cafea: în cazul sistemului nostru stelar, este vorba de *cîmpul magnetic al Galaxiei!* Pe distanțe mari, el curbează traiectoriile. Într-adevăr, în interiorul Galaxiei greutatea avînd valori mici, un cîmp magnetic destul de slab ar putea provoca în disc aglomerări de substanță de forma unor uriașe spire. Cercetătorii mai sus citați au demonstrat că într-un cîmp magnetic de 10 gamma* magnetismul ar învinge gravitația dintr-un punct oarecare al Galaxiei (evident, unde nu există corpuri cerești masive). Acest rezultat teoretic corespunde însă cu situația reală, deoarece măsurătorile cîmpului magnetic galactic au condus spre valori cuprinse între 5 și 25 gamma. Astfel, deci, pe lângă forța centrifugă a „bulbului“ galactic — aflat, oarecum, în *echilibru radiativ* (forțele gravitaționale sînt compensate, temporar, de forțele presiunii de radiație!), la formarea brațelor spirale ale Galaxiei a contribuit și o „*carcasă magnetică*“ datorată cîmpului magnetic galactic general. Se prea poate ca inelele cu materie condensată din „bulbul“ galactic, concentrice nucleului, să fie niște „protospire“ care, ulterior — peste miliarde de ani — vor adăuga noi brațe structurii actuale a Galaxiei.

Rămîne acum să lămurim problema resurselor de materie, mai ales difuză (hidrogen), ale nucleului galactic.

* Pămîntul are un cîmp magnetic total de 460 000 gamma.

Pentru o înțelegere mai clară, se poate da aici exemplul „mecanismului“ cibernetic al unei stele în formare și în evoluție ulterioară. Este, în principiu, același proces, însă pe o „treaptă“ (la o „scară“) ierarhic inferioară, proces destul de bine cunoscut. În vremea nașterii unei stele din masa haotică a unei nebuloase, după ce, datorită unui efect de cadă, steaua a primit o mișcare de rotație generală (fiind, de fapt, încă în faza de „protostea“), se demonstrează că ea absoarbe materia difuză necesară prin polii săi; după ce, în interiorul ei, transformă calitativ o parte din această materie (în faza „stelară“, reacțiile termonucleare produc trecerea unei părți a hidrogenului în heliu și, apoi, în elemente grele), datorită forței centrifuge materia absorbită prin poli — parțial transformată — este, în parte, expulzată în planul ecuatorial al stelei. Din această materie expulzată se va putea naște un sistem planetar, poate asemănător celui al Soarelui. Nu-i exclus ca, în cazul unei stele magnetice, deci o stea cu un cîmp magnetic ieșit din comun — cum, de pildă, a fost constatat la componenta supragigantă din sistemul stelei duble V.V. Cephei — evoluția materiei expulzate la ecuator să ia forma spirală, puternica „carcasă“ magnetică a stelei obligînd la acest lucru. Principial, în cazul Galaxiei există o situație similară. Nucleul galactic se aprovizionează cu materie difuză „brută“ pe la polii săi. După ce, în parte, această materie este prelucrată, „resturile“ acesteia, — surplusul de materie care, eventual, ar deranja echilibrul radiativ despre care am amintit — sînt expulzate, prin centrifugare, în planul galactic, urmînd să fie „canalizate“, după o ordine spirală, de către „carcasa“ magnetică a Galaxiei. Evident că materia difuză pe care o primește pe la poli nucleul galactic trebuie să fie depozitată undeva într-un fel de „cămară“ galactică. Aceasta nu este decît subsistemul sferic al Galaxiei. Într-adevăr, roiurile globulare cuprinse în halloul galactic par că sînt sleite de materie difuză. Ele sînt considerate și ca cele mai vechi formații ale Galaxiei, un fel de sa-

teți-fosili ai sistemului nostru stelar. Roiurile globulare și-au consumat deci în cea mai mare parte materia difuză inițială dintre stelele lor, fiindu-le necesară „vieții“ acestora, deoarece nu aveau posibilitatea să profite prea mult de materia difuză dintre roiuri (externă lor), aceasta fiind „canalizată“, cu o forță superioară, spre polii nucleului galactic. Așadar, rezervorul de materie difuză primară (hidrogen) al nucleului Galaxiei se află după cit se pare în imensele spații dintre roiurile globulare. Or, am arătat că diametrul haloului galactic este cu mult mai mare decît al „lentilei“ galactice. Iată așadar cit de complexă este „mașina“ galactică! Adăugăm și faptul că, de la chaosul inițial din care s-a născut Galaxia și pînă în prezent, forța generală contrifugă, născută prin rotația din ce în ce mai rapidă a acesteia, a determinat ca „sfera protogalactică“ să se deformeze treptat și profund; astfel, au apărut subsistemele de bază, iar Galaxia propriu-zisă s-a turtit mereu, ajungînd la forma lenticulară de azi. Rezumăm deci în felul următor procesul *cosmogonic* al Galaxiei:

- a) nor de hidrogen „inițial“ în stare chaotică (materie difuză „inițială“);
- b) formă sferică în contracție gravitațională și mișcare de rotație prin efectul de cadă;
- c) nașterea subsistemelor Galaxiei; apariția materiei stelare și modificarea parțială a structurii fizico-chimice a materiei difuze. Formarea treptată a „bulbului“ și sistemului de brațe spirale a Galaxiei, prin apariția pe lingă forța gravitațională și centrifugă a forțelor datorate activității termonucleare și a „carcasei“ magnetice;
- d) starea actuală a sistemului stelar al Căii Laptelui; alimentarea nucleului cu materie difuză prin polii săi și evoluția în continuare a sistemului de brațe spirale prin expulzarea ecuatorială permanentă a materiei de către nucleul galactic.

Desigur că schema de mai sus este aproximativă. Suficientă însă pentru a ne spune că Galaxia (și galaxiile!) ne

apare azi ca un complex cibernetic evolutiv, care se auto-desfășoară, în sensul că fiecare aspect cosmogonic sau funcțional al unui astfel de sistem stelar gigantic este *determinat* de către o serie de factori și conjuncturi la care participă atît forțe gravitaționale și, în general, mecanice, cît și forțe de natură fizico-chimică „clasică”, sau forțe datorate activității termonucleare, electromagnetismului etc. Astfel, precum pentru explicarea „materiei primare” din care a luat naștere Soarele și sistemul său trebuie să recurgem la condițiile „de mediu” ale Galaxiei, pentru a ne lămurii asupra originii „chaosului inițial” din care s-a plămădit Galaxia trebuie să apelăm la condițiile sistemelor ierarhic-superioare, adică — în general — la condițiile Metagalaxiei. Înainte însă de a ne întîlni, pe scurt, cu aceste condiții, vom mai zăbovi prin Galaxie, ținînd seama de faptul că așa cum Soarele este, pentru noi, exemplul unei stele, cea mai lesne de cercetat, tot astfel sistemul stelar al Căii Laptelui ne apare — deși privit din interior — ca prototipul cel mai accesibil de „însulă în Univers”. Avem însă, se pare, și un mare noroc: faptul că, desigur din întîmplare, *existăm* într-o galaxie de tip spiral, adică una dintre „coloniile de lumi pierdute...” — după frumoasa expresie eminesciană — care se prezintă, cît de cît, destul de evaluate din punctul de vedere al structurii lor.

Să reținem că *materia difuză* în Univers joacă un rol primordial. Nu întîmplător ne-am îngăduit în capitolul trecut să o analizăm mai amănunțit, la nivelele de bază cunoscute azi: interplanetar, interstelar, intergalactic. Materia difuză, și în cadrul ei, mai ales hidrogenul, apare — după cum am mai spus — ca un fel de „materie primară” a lumii galaxiilor, cel puțin la nivelul concepțiilor actuale. Referindu-se la structura Galaxiei, Fred Hoyle scria: „Înțelegerea faptului că problema brațelor spirale este o problemă a gazului și a pulberilor și nu o problemă stelară este de primă importanță, fiindcă aceasta permite intervenția nu numai a forței gravitaționale, ci și a altor forțe — forțe de presiune și forțe

magnetice". Dar, de cînd au fost scrise aceste rînduri (1959) și pînă azi, s-au mai descoperit elemente noi care se adaugă formelor speciale ale materiei difuze în sistemul nostru stelar: razele X și razele gamma galactice. Acestea ne vor completa „la zi” tabloul actual al Galaxiei, permițîndu-ne să cunoaștem noi probleme deosebit de subtile ale relațiilor dintre materia difuză și materia stelară.

4. Raze X și raze γ cîtreieră Galaxia!

Prin anul 1895, profesorul german Wilhelm C. Roentgen de la Universitatea din Würzburg a descoperit, mai mult din întîmplare, misterioasele raze invizibile care pătrund cu ușurință prin corpul omenesc. Le-a denumit „raze X”! Vestea extraordinarei descoperiri a cuprins în scurt timp întreaga lume științifică, descoperitorul lor devenind celebru. Razele X deschideau drum larg radiologiei, una dintre cele mai importante ramuri ale medicinei.

Firește, că, în acea vreme, cînd fizica nucleară încă nu apăruse, mecanismul intim de producere a pătrunzătoarelor raze X rămînea necunoscut. Pe atunci, descoperitorul lor nici nu putea bănui că, dincolo de pragul laboratorului, misterioasele raze există din abundență în natură, fiind generate, într-o proporție mai mare sau mai mică, de toate corpurile cerești în care materia ajunsă la temperaturi de milioane și miliarde de grade are aspecte ce nu sînt aproape deloc întîlnite pe Pămînt. A trebuit să treacă mai bine de o jumătate de secol pentru ca astrofizica să demonstreze acest lucru. Într-adevăr, știința primei jumătăți a secolului al XX-lea a stabilit pe cale teoretică, că toate corpurile cerești aflate în stare de plasmă trebuie să emită nu numai raze vizibile, ci în general unde electromagnetice pe toată gama lor de lungimi de undă. Ulterior, descoperirea radiosurselor cosmice (radiostele, radiogalaxii etc.) a pus bazele unui nou capitol al științei cerului — radioastronomia. Se

constatase însă că atmosfera Pământului răminea opacă pentru toate radiațiile situate, în afara a două „ferestre” din cadrul spectrului electromagnetic, prima nedepășind cu mult marginile zonei vizibile (de la 4 000 la 8 000 de Ångströmi), a doua în domeniul undelor radio, fiind cuprinsă între lungimile de undă de la 0,8 cm la 30 cm. De asemenea, se descoperise că de la Soare (lucru valabil și pentru alte stele) pornesc și radiații corpusculare — nori groși de particule formate în special din hidrogen ionizat — cunoscute sub numele de „vânt solar”.

Existența, așadar, a razelor X cosmice era prezisă de mult timp pe cale teoretică. Lungimea de undă a acestor raze — de la 0,1 la 100 de Ångströmi — nu se încadra însă în limitele celor două „ferestre” ale atmosferei terestre. Pentru constatarea razelor X cosmice, trebuiau efectuate observații astronomice deasupra celei mai dense păături de aer ce înconjoară planeta noastră. Singurele soluții rămineau rachetele ionosferice și, mai tirziu, sateliții artificiali. Prin 1950, primele rachete echipate cu instrumente speciale confirmau existența razelor X solare. Actualmente, emisiunea de raze X a Soarelui este urmărită aproape permanent, cu ajutorul unor sateliți speciali, așa-numitele observatoare solare orbitale (OSO).

Totuși, experiențele speciale efectuate în 1960 nu au detectat în Cosmos nici o altă sursă de raze X, exceptînd emisiunea solară. În urma acestor cercetări, presupunînd că radiațiile X ale corpurilor cerești îndepărtate sînt prea slabe pentru a ajunge pînă în preajma planetei noastre, astronomii renunțară să mai continue căutarea lor. Calculele însă s-au dovedit a fi greșite, vina purtînd-o aparatura, care încă nu era suficient de sensibilă. În iunie 1962, o descoperire, pe cît de neașteptată, pe atît de emoționantă, marca nașterea astronomiei razelor X. În vreme ce o rachetă echipată cu detectori de raze X, lansată din New Mexico de către „American Science and Engineering Corporation”, căuta zadarnic să stabilească eventualele raze X emise prin fluorescență

de suprafața Lunii sub acțiunea razelor X solare, detectorii localizează întâmplător o puternică sursă de radiații X în direcția centrului galactic. În urma acestui succes neașteptat, s-a elaborat un vast plan de lansări de rachete având la bord contoare Geiger tot mai sensibile și cu o putere de localizare din ce în ce mai mare.

Până în prezent, au fost descoperite pe bolta cerească multe surse de raze X cosmice. După cum s-a constatat, unele dintre aceste surse coincid sau sînt apropiate de anumite obiecte astronomice care emit radiații și în domeniile spectrale — optic și radio — observate de la suprafața Pămîntului. Pentru elaborarea unor explicații cit mai apropiate de realitate, privind mecanismul formării razelor X cosmice, era necesar să se precizeze dacă sursele descoperite sînt punctuale sau formează pe boltă o suprafață mai mult sau mai puțin întinsă. Detectoarele însă nu aveau posibilitatea să stabilească cu precizie acest lucru. Un excelent prilej s-a ivit la 7 iulie 1964, cînd Luna oculta (acoperea) pentru cîteva minute nebuloasa „Crabul”. Detectoarele rachetei special lansată atunci au înregistrat o slăbire treptată a intensității radiației X din direcția nebuloasei, și nu o dispariție instantanee, după cum s-ar fi așteptat. S-a stabilit astfel că, în cazul sursei Tau XR-1, (după cum a fost denumită), emisiunea nu este punctuală, ci se face pe o arie de aproximativ un an-lumină în diametru dacă este situată în centrul nebuloasei „Crabul”. Rămînea de stabilit ulterior același lucru pentru celelalte surse cunoscute.

Dacă se consideră în centrul Galaxiei originea unui sistem de axe de coordonate și, după calcularea pozițiilor surselor de raze X în sistem, se reprezintă rezultatul calculului pe un planisfer reprezentînd Galaxia, se constată o uimitoare așezare a punctelor de-a lungul ecuatorului galactic. Acest lucru dovedește că sursele de raze X cosmice aparțin sistemului nostru stelar.

Dar nu numai surse de raze X! Satelitul artificial Explorer XI, la bordul căruia au fost instalați detectori speciali,

a identificat pe boltă un număr de 22 surse cu o energie și mai mare decât aceea a razelor X: surse de raze gamma (γ)! S-a întocmit un grafic special pe care sînt reprezentate cele 22 de surse de raze γ , punîndu-se în abscisă ascensiunea dreaptă și în ordonată declinația. Reprezentarea este așadar un fel de planisfer al bolții, simetric față de ecuatorul ceresc. O regiune punctată reprezintă planul galactic. Pentru o interpretare mai exactă, au fost punctate pozițiile centrului galactic (în constelația Săgetătorul), nebuloasei „Crabul” și radiosursei Cassiopeia-A. Anumite cercuri reprezentau sursele de raze gamma descoperite de satelitul Explorer XI. Diametrele cercurilor erau proporționale cu puterea surselor observate.

Care este natura razelor X și a razelor gamma venite din adîncurile Galaxiei? În ce stări necunoscute se prezintă materia supraagitată care eliberează aceste radiații? Iată probleme încă parțial deschise, dar care de pe acum au suscitat formularea unor ipoteze îndrăznețe și, uneori, controversate. Patru teorii privind originea pătrunzătoarelor raze își dispută înțietatea: ipoteticele „stele neutronice”, radiația termică a unei exsupernove (rămășițele unei stele în urma unei explozii catastrofale), așa-numita radiație netermică „sincrotronică” și nevăzutele... „black hole”. Este foarte posibil ca surse diferite să aibă cauze diferite.

5. Faimoasa ipoteză a „stelelor neutronice”

Să ne închipuim că materia unei stele de 1,3 mase solare ar fi concentrată într-o sferă cu diametrul de aproximativ 9 km. Calculele arată că în centrul acestei stele supradense temperatura ar atinge uriașa valoare de 6 miliarde de grade, iar măsurătorile astronomilor ar trebui să indice la suprafața sa temperatura centrului Soarelui, adică circa 15 milioane de grade. Fiecare centimetru cub din nucleul stelei ar conține fantastica cantitate de aproape un miliard de tone substanță. În această situație, nucleele atomice s-ar întrepătrunde și

rezultatul ar fi o substanță degenerată formată în cea mai mare parte din neutroni, cu un mic adaos de protoni, electroni și hiperoni (particule de înaltă energie, care în condiții normale sînt extrem de nestabile). Despre existența acestor stele „neutronice“ se vorbește încă din anul 1934. Datorită diametrului extrem de redus, ele nu ar putea fi observate direct nici cu cele mai puternice telescoape actuale, în afară de cazul că ar fi foarte aproape de limitele sistemului nostru solar. Mai mult. Ele ar fi greu vizibile prin telescoape obișnuite, pentru că emisiunea lor de radiații în zona optică a spectrului ar fi redusă. Aspectul lor optic ar fi deci acela al unor sori minusculi și aproape stinși, în ciuda temperaturilor de milioane de grade de la suprafața lor. S-a apreciat că singurele lungimi de undă pe care ar radia puternic stelele neutronice sînt în domeniul spectral al razelor X și al razelor gamma. Iată de ce descoperirea surselor cosmice de radiații Roentgen și gamma a dat astrofizicienilor speranța că ipoteticele stele neutronice ar putea exista în realitate. Totuși, minuscula suprafață radiantă a unui asemenea astero presupune pe bolta cerească o sursă punctiformă. Prima informație precisă cu privire la acest lucru aparține sursei de radiație X din direcția nebuloasei „Crabul“ (Tau XR-1). Stelele neutronice nu pot fi decît resturile exploziei catastrofale, de epuizare a resurselor de energie ale unei stele masive, care a ajuns într-un stadiu înaintat al evoluției sale.

După cum am mai spus, în interiorul unei stele stabile există întotdeauna un echilibru dinamic între cel puțin două forțe opuse: forța de gravitație și presiunea de radiație. Pentru anumite stele însă trebuie considerată și forța magnetică. Dacă datorită unei anumite cauze echilibrul este tulburat, steaua care, în cazul cel mai simplu, are predominant numai primele două forțe se adaptează rapid la un nou echilibru, fie apelînd la presiunea de radiație, prin dilatarea ei, fie folosînd resursele sale gravitaționale, contractîndu-se. În general, o stea de mărimea Soarelui are o evoluție normală, consumîndu-și resursele energetice treptat. Stele

care depășesc însă 1,44 mase solare, avind forța gravitației prea mare pentru a fi echilibrată de către presiunea de radiație, sfirșesc, după mai multe perioade succesive de contracție, printr-o *prăbușire gravitațională*, sau, altfel spus, un *colaps gravitațional*. Aceasta este urmată de o explozie de mari proporții, cunoscută sub denumirea de supernovă, stadiu relativ scurt, în care steaua luminează foarte puternic pe bolta cerească. Reziduurile acestui cataclism cosmic dau naștere, conform ipotezelor actuale, unei stele neutronice. Materia răspîdită în spațiul înconjurător în timpul exploziei formează uneori o nebuloasă.

Exceptînd stelele neutronice, supernovele pot sta însă și la baza altor modalități de producere a radiației X și gamma. Astfel, o altă explicație a surselor cosmice ar constitui-o așa-numita radiație termică de frinare, care presupune ca în explozia unei supernove să se formeze un mic procent de elemente radioactive grele. În acest caz, acestea ar genera un flux continuu de electroni. Accelerarea acestor electroni în cîmpurile electrice existente și apoi ciocnirea lor cu ioni mai grei, întilniți în cale, aparținînd resturilor exploziei, pot genera raze X și raze gamma. Anumite ipoteze atribuiau sursei de raze X din direcția nebuloasei „Crabul” această explicație. Or, se știe cu certitudine că nebuloasa „Crabul” este, cum arătăm, rezultatul exploziei unei supernove observate de către astronomii chinezi și japonezi în anul 1054. O a treia explicație posibilă ar avea loc în condițiile unui proces netermic: *radiația sincrotronică*. Dacă același flux continuu de electroni este puternic accelerat într-un cîmp magnetic, electronii, primind viteze relativiste (adică apropiate de viteza luminii), emit o radiație care, la o energie suficient de mare, corespunde lungimii de undă a razelor X și chiar a razelor gamma.

Așadar, explicațiile actuale cu privire la originea surselor de raze X și gamma cosmice conduc, pe diverse căi ipotetice, spre atribuirea originii lor „resturilor” materiei supernovelor.

Lăsăm pentru un paragraf special noua ipoteză a explicației prin „black hole“.

Încercînd să explice, pe plan cosmologic, nașterea și evoluția galaxiilor, mai mulți astronomi au propus ipoteza unui gaz intergalactic fierbinte, avînd o temperatură de circa 1 miliard de grade. În aceste condiții, galaxiile s-ar naște — condensîndu-se prin răcire. Deși departe de a fi unanim acceptată, prin această ipoteză se pot oarecum explica energiile observate ale cunoscutelor raze cosmice. Procesul de descompunere a neutronilor în protoni și electroni, care ar avea loc conform acestei ipoteze, și apoi interacțiunea electronilor astfel formați cu alți protoni, ar genera un fond continuu de raze X. El ar trebui să aibă aceeași intensitate, din oricare direcție a bolții cerești s-ar face observațiile. O dată cu descoperirea surselor de raze X cosmice, s-ar descoperi și un fond constant de radiație X pentru toată bolta cerească cercetată. Fluxul presupus de ipoteza „Universului fierbinte“ ar trebui însă să fie mai intens decît cel observat cu ajutorul sateliților artificiali. Așadar, „Universul fierbinte“ rămîne în continuare o ipoteză încă neconfirmată. Ceea ce se confirmă însă cu siguranță este faptul că, o dată cu descoperirea razelor X și a razelor gamma cosmice, a început un nou și fascinant capitol al astronomiei.

6. Pulsarii

Se pare că natura dispune în unele privințe de precizii uimitoare. Mărturie sînt corpurile cerești, relativ recent descoperite, cunoscute sub numele semnificativ de „pulsari“ — aceste obiecte bizare, care emit pe lungimile de undă radio sînt în stare să se întreacă cu cele mai exacte și mai moderne ceasuri atomice. Într-adevăr, puternicele radiosurse amintite pulsează cu o regularitate și o precizie extremă. Se poate consulta, în acest sens, *tabela 4* pe care am dat-o la paragraful „Evoluții stelare“. S-au constatat însă nu numai *pulsații* radie-

ci și *pulsării* X. Atît de exacte sînt manifestările acestor obiecte cosmice, încît în 1978 s-a putut verifica din nou — ca test decisiv — *constanta vitezei luminii*, c , folosind *radiația* X a unui pulsar asociat unei stele masive.

Pulsarii au fost descoperiți în anul 1967, cu ajutorul puter-
nicului radiotelescop de la Cambridge, din Anglia. Apoi,
astfel de radiosurse au fost recepționate și de către alte radio-
observatoare astronomice. Pînă în prezent sînt bine cunoscuți
mulți pulsari, iar unii dintre ei au putut fi identificați pe
boltă pe cale optică, în regiunea respectivă — cu ajutorul
celor mai mari telescoape existente — putînd fi văzute stele
foarte slabe, de magnitudinile 18—19. O serie de investigații
astronomice conduc la concluzia că pulsarii cunoscuți sînt
relativ apropiați de noi, la distanțe de sute de ani-lumină de
Terra.

Să fie oare acești pulsari rodul unei supercivilizații de
pe vreo planetă îndepărtată, care prin aceste semnale vrea
să intre în legătură cu alte civilizații? La început așa credeau
unii specialiști, mai ales că în momentul de față, după cum
vom vedea în alt capitol, ar fi absurd, cel puțin principial, să
susținem că sîntem singuri în Univers. Totuși, în cazul pul-
sarilor ipoteza după care aceste semnale de mare exactitate
s-ar datora unor activități raționale are puține șanse de a
corespunde realității; semnalele ritmice vin direct de la stele
și nu de la eventualele planete care ar gravita în jurul lor.
O ipoteză probabilă ar fi existența în realitate a faimoase-
lor stele neutronice, care, în anumite condiții, ar putea „res-
pira” pe lungimi de undă radio, cu o autentică ritmicitate
„absolută”, cel puțin în limitele puterilor noastre de măsură
a fracțiunilor extreme de timp. Așadar, o speranță de a pune
în evidență stele neutronice, care se adaugă tentativei de
identificare cu sursele X și gamma: pulsarii! Natura însă
ne-a făcut nu o dată surprize! Într-adevăr, ocupîndu-se intens
de nebuloasa „Crab”, fizicianul american William A. Fowler
a putut să confirme faptul că în centrul acesteia se află o stea
neutronică în formare. Descoperindu-se însă acolo un pulsar,

cu un intens cîmp magnetic și cu variații radio rapide (30 perioade pe secundă), s-a tras concluzia că pulsarii sînt de fapt stele neutronice care, pe lângă diametrul lor de ordinul kilometrilor și densitatea extrem de mare, sînt într-o rotație foarte rapidă în condițiile unui cîmp magnetic deosebit de intens.

Un alt exemplu unde se consideră existența reală a unei stele neutronice o constituie binara cu eclipsă *HZ Herculis*, o cunoscută stea variabilă. Ea este o stea albastră, aproape de două ori mai masivă decît Soarele. În anul 1971 Riccardo Giacconi de la Observatorul astrofizic Smithsonian (SUA), împreună cu colegii săi, studiind rezultatele transmise de la bordul satelitului artificial „Uhuru“, special echipat pentru identificarea surselor X de raze cosmice, a descoperit în dreptul stelei *HZ Herculis* o sursă emițătoare de raze X care a fost denumită *Hercules X-1*. S-a admis că această sursă aparține sistemului *HZ Herculis*, fiind un companion invizibil, emițător de raze X, un pulsar asociat sistemului binar, deoarece s-au pus în evidență pulsații rapide în raze X, ceea ce conduce la o rotație cu perioada de 1,24 secunde. Din punct de vedere al mecanicii cerești s-a stabilit că pulsarul *Hercules X-1* s-ar afla într-un așa-numit punct lagrangian al sistemului binar *HZ Herculis*. Se admite că pulsarul în cauză este o stea neutronică. În anul 1977 o echipă comună de cercetări științifice a Universității din Tübingen și a Institutului Max Planck pentru fizică extraterestră din Garching (R.F.G.) a anunțat o realizare importantă, definită de specialiști drept „poate cea mai importantă observație a astronomilor germani din 1945 încôace“: măsurarea cîmpului magnetic al pulsarului *Hercules X-1*. Cercetînd cu ajutorul unei sonde-balon lansată la periferia atmosferei terestre, pe care erau instalate două telescoape de radiații X independente, astronomii germani au măsurat cu exactitate „fulgerele X“ emise în mod periodic de către sursa *Hercules X-1*. Avînd o intensitate de 4,6 bilioane gauss, acesta reprezintă o culme a cim-

pului magnetic observat în Cosmos, ținând seama de faptul că cel al Soarelui este de numai 100 și al Terrei de 0,10 gauss.

Azi se admite așadar că pulsarii sînt stele neutronice! Adică niște stele dintre cele mai bătrîne, în care materia stelară se află la capătul „vieții” ei. Ea se prezintă sub forma de „gaz neutronic degenerat”, apreciindu-se că la suprafața stelei neutronice materia este asemenea unui cristal, iar spre centru ca un lichid, densitatea atingînd 10^{15} g/cm³. Datorită cîmpurilor — magnetic și gravitațional — extrem de intense (cu toate că masa stelei nu poate depăși 3 mase solare), efectele mecanice și fizice observate la o stea neutronică trebuie să fie conforme nu cu mecanica și fizica clasică ci cu teoria relativității. Pulsațiile în domeniile radio și X ale stelelor neutronice (pulsarilor) au fost explicate prin *mecanismul far*: polii magnetici nu coincid cu polii axei de rotație. Astfel că, dacă se admite că undele recepționate sînt emise cu maximum de intensitate din zona polilor magnetici, la fiecare rotație a stelei neutronice numai într-un anumit moment va fi posibilă recepția de pe Terra a acestor unde și deci observatorul respectiv (radiotelescop sau telescop X) va înregistra o pulsație a undelor, din care va putea apoi să determine perioada de rotație a pulsarului.

Stelele neutronice — aștri muribunzi — se caracterizează așadar printr-o densitate extraordinară (de zece ori mai mare decît cea dintr-un nucleu atomic) și printr-un cîmp magnetic extrem de intens. Datorită acestei stări, se crede că atomii de la suprafața unei astfel de stele au forme ciudate, alungite, de ac, în loc să fie rotunzi.

7. „Black hole”

Traducerea exactă din limba engleză a expresiei ar fi „gaură neagră” dar, după părerea noastră, este mai corect a spune *corp negru*; pentru că, departe de a fi în acel loc un „gol”, este, din contră, un punct al Universului cu o densitate

uluitoare, o „singularitate” extrem de greu de imaginat. Dacă infinitul spațial și infinitul temporal pun mari probleme de concepere unui creier — oricum finit în imaginație — infinitul aplicat densității este la fel de inabordabil pe planul intuiției. „Black hole”-urile constituie un exemplu în acest sens. Să ne inchipuim Soarele — în al cărui diametru încap 109 diametre pămîntești (diametrul Terrei fiind de 12 760 km) — cu actuala sa masă concentrat într-un spațiu care nu depășește diametrul unei mingi sau a unei portocale. Această inchipuire ar fi doar o imagine foarte aproximativă a ceea ce se înțelege azi printr-un „black hole”. De fapt, teoretic, un „black hole” trebuie definit ca un astru a cărui rază este egală în mărime cu raza sa gravitațională sau așa-numita *rază Schwarzschild*; în aceste condiții viteza de evaziune la suprafața unui astfel de corp este egală cu viteza luminii și, deci, astrul respectiv nu ar mai putea emite în exterior nici un fel de radiație electromagnetică sau corpusculară. El ar fi deci un *corp negru* care nu emite nimic în exterior. Aceasta nu înseamnă însă că un „black hole” nu ar putea fi pus în evidență, deși el nu poate fi observat direct, o serie de fenomene indirecte i-ar trăda existența. Astfel, cimpul său gravitațional, cimpul electrostatic — inimaginabil de mari — ar da unor particule sau unor corpuri cerești care s-ar apropia de zona respectivă o anumită comportare specială atît datorită geometriei anumite a spațiului, care ar afecta traiectoriile, cît și transformărilor calitative care ar avea loc. Astfel, o particulă care se apropie de un „black hole” trebuie să se scindeze în alte două particule, dintre care una este absorbită de către acesta. Aceste procese fizice complexe și încă insuficient lămurite, fac, în cazul în care un „black hole” se află în apropierea unui astru, ca el să aibă zone periferice emițătoare de radiație X. În astfel de cazuri *corpurile negre* pot fi detectate prin învelișul lor exterior care constituie așadar o sursă de raze X. Chiar și în cazul limită a unui „black hole” izolat, un anumit fenomen de contrast, fotometric chiar, l-ar putea

pune în evidență datorită faptului că fondul propriu-zis al cerului nu este complet negru. Pentru realizarea practică a acestui lucru ar trebui desigur telescoape suficient de mari și speciale, care să fie instalate pe platforme cosmice situate dincolo de atmosfera terestră sau pe Pământ, în locuri și la altitudini potrivite. Poate un observator astronomic ca acela situat la cea mai mare altitudine, la 4 200 metri, în Pamir, pe „Acoperișul lumii“ (Asia Centrală, URSS), înzestrat cu aparatură extrem de sensibilă, ar putea pune în evidență fenomenul la care ne referim.

În anul 1973 Riccardo Giacconi, de la Observatorul Astrofizic Smithsonian (SUA), cu ajutorul rezultatelor obținute de la bordul satelitului artificial pentru cercetarea razelor X cosmice „Uhuru“, a identificat un posibil „black hole“ în sistemul sursei de raze X punctiforme *Cygnus X-1*. Punctul respectiv de pe firmament, aflat așadar în constelația Lebadă, nu numai că emite pe raze X, dar constituie o radiosursă puternică și, pe cale optică, se confundă cu o stea dublă spectroscopică, variabilă — cu perioada de 5,6 zile — aflată de noi la o distanță de circa 6 500 ani-lumină. „Black hole“-ul în cauză este situat în vecinătatea unei stele albastre supragigante, — steaua principală a sistemului dublu — el fiind învăluit de o pojghiță de absorbție, care absoarbe materia stelară a supragigantei canalizând-o spre suprafața propriu-zisă a corpului negru respectiv. Particulele fierbinți din pojghița de absorbție emit raze X, astfel că, în acest caz, sursa de raze X cosmice *Cygnus X-1* indică tocmai poziția presupusului „black hole“.

Iată deci că există și corpuri cerești situate în afara universului direct-observabil! Aceasta nu înseamnă însă că ele nu pot fi cunoscute. Din contră, teoria confruntată cu observarea „lipsei“ lor de pe cer confirmă nu numai existența, dar și posibilitatea cunoașterii „invizibilului total“. Este un exemplu care, pe plan filosofic, arată importanța împletirii empirismului cu raționalismul. Implicația cosmologică a

fenomenului „black hole“ va fi dezbătută spre sfârșitul cărții, cu prilejul schițării marilor confruntări actuale privind structura „de ansamblu“ a Universului*.

IV. „COLONIILE DE LUMI PIERDUTE“ (METAGALAXIA)

1. Vești din norii lui Magellan

O interesantă investigație astronomică a fost anunțată recent de către un observator australian. Ea se referă la reușita unei operații astronomice complexe privind analiza spectrală a stelelor din afara Galaxiei. Marea greutate de a întreprinde o astfel de analiză rezidă în extraordinarele depărtări la care se găsesc obiectele extragalactice; ele apar în cimpul marilor telescoape de obicei cu un aspect punctual și, din acest motiv, obținerea unui spectru clar — în care să se distingă cunoscutele linii ale lui Fraunhofer — este uneori aproape imposibilă în stadiul actual al cercetărilor. Cunoașterea detaliată a spectrului, obținut prin descompunerea luminii obiectului ceresc, cu ajutorul unor spectrografe de mare dispersie, ne procură informații prețioase cu privire la starea fizică a acestuia, dar, mai ales, informații referitoare la compoziția chimică a materiei pe care o conține. Iată de ce, în lumea astronomilor, obținerea unor spectre de mare dispersie ale obiectelor extragalactice — prin instalații și procedee speciale — este de cea mai mare importanță. Să nu uităm că și cunoscuta teorie a expansiunii Metagalaxiei, care de zeci de ani frământă pe cosmologi, se sprijină numai pe interpretarea unor spectre extragalactice.

* Bibliografia capitolului de față se dă împreună cu bibliografia capitolului următor.

În cazul de față însă, tehnologia obținerii spectrului se pare că a fost mai complexă, întrucît nu se referă la spectrul unei galaxii, ci la spectrul unei singure stele dintr-o galaxie amorfă. Într-adevăr, formațiile stelare de pe cerul austral, care pentru prima oară au fost urmărite cu interes de către acela care a realizat primul ocol al Pămîntului pe mare — cunoscutul navigator din perioada Renașterii, Fernando de Magellan — s-au dovedit a fi două minuscule galaxii neregulate, cele mai apropiate galaxii de noi, exceptînd Galaxia din care facem parte: Marele și Micul Nor al lui Magellan. Încă cu decenii în urmă s-a emis ipoteza că aceste două microgalaxii ar fi un fel de sateliți ai Galaxiei; această concluzie rezulta din studiile pe care le efectuase cercetătoarea americană H. Leavitt, care în 1912, din observarea cefeidelor conținute în aceste formațiuni, a determinat relația perioadă-luminozitate despre care am vorbit în capitolul trecut. Din cercetările efectuate rezultă că Marele Nor al lui Magellan se îndepărtează de Galaxie cu viteza de 250 km/s, în vreme ce Micul Nor al lui Magellan „fuge” de noi cu numai 180 km/s. Evident că astfel de cercetări nu sînt simple, mai ales dacă avem în vedere faptul că diametrul aparent pe bolta cerească sudică al acestor formațiuni cosmice este destul de redus: 5° în diametru pentru Marele Nor și 3° în diametru pentru Micul Nor al lui Magellan. Cu atît mai mult analiza spectrală a unei stele din Marele Nor, la care ne referim: este vorba de o stea gigantă și relativ luminoasă, care în cataloagele speciale figurează cu indicativul „Hd. 33. 579”. Investigația efectuată ne-a informat că această stea conține 15 elemente chimice cunoscute, figurînd în tabelă lui Mendeleev, și care sînt într-o proporție asemănătoare — aproape identică — cu proporția chimică cunoscută pentru aceleași tipuri de stele din Galaxie. Importanța mare a acestui rezultat constă nu numai în faptul că se verifică și dincolo de Galaxie principiul unității materiei la nivelul structurii chimice, dar se confirmă totodată punctul de vedere după care Norii lui Magellan sînt formațiuni stelare desprinse din Galaxie

în etape de evoluție mai recente, probabil printr-un proces exploziv, continuând în momentul de față să se îndepărteze de centrul Galaxiei. Mai amintim că Marele Nor a fost fotografiat în ultraviolet de la suprafața Lunii de către Misiunea „Apollo 16“.

Dar, odată cu Norii lui Magellan, am pătruns în Metagalaxiei! Să ne ocupăm, foarte pe scurt, de „arhitectura“ ei.

2. Organizarea materiei în Metagalaxie

În continua sa frământare, Metagalaxia — partea din Univers cunoscută în prezent, accesibilă mijloacelor tehnice actuale de cercetare — se prezintă sub o formă organizată, cu o „arhitectură“ pe care o cunoaștem din ce în ce mai bine. „Cărămizile“ care stau la baza structurii Metagalaxiei, adică formațiunile fundamentale la această scară cosmică, sînt galaxiile. Se cunosc astăzi peste un miliard de galaxii! Distribuția lor în spațiu este extrem de neomogenă. Cu toate acestea însă, cercetările arată că galaxiile populează universul accesibil, constituite în general în grupuri. Se constată un fel de ierarhie a organizării materiei în Metagalaxie, sub aspect macrocosmic. Astfel, dacă cele mai simple combinații sînt sisteme duble și multiple de galaxii (cu dimensiuni de ordinul a zeci de mii de ani-lumină și ajungînd uneori pînă la circa 150 000 de ani-lumină), la rîndul lor acestea fac parte din formațiuni mai mari, cum ar fi roiurile sau îngrămădirile de galaxii. Supergalaxiile sînt constituite din îngrămădiri de galaxii. Totalitatea supragalaxiilor formează Metagalaxia — denumire provizorie, dată părții direct accesibile a Universului, adică universul „astronomic“ cunoscut în prezent. Una dintre supergalaxiile cunoscute a fost identificată pe bolta cerească a emisferei sudice. Supergalaxia din care facem noi parte cuprinde majoritatea galaxiilor strălucitoare și mii de galaxii puțin strălucitoare. Ea formează un sistem foarte

turtit, cu un diametru de 30—40 megaparseci*. În centrul supergalaxiei noastre, se găsește roiul de galaxii din direcția constelației Fecioara, format din circa 3 000 de galaxii. Este un roi gigantic. Se cunosc însă îngrămădiri și mai bogate în galaxii. Astfel, roiul de galaxii din constelația Părul Berenicei conține aproximativ 10 000 de galaxii. Dimensiunile acestor roiuri gigantice variază între 3 milioane și 10 milioane de ani-lumină.

Galaxia face parte dintr-un roi „sărac” în galaxii, denumit adeseori „sistemul local de galaxii”. Din el fac parte galaxiile apropiate de a noastră împreună cu sateliții lor. Printre cele 11 galaxii apropiate, care alcătuiesc sistemul local de galaxii, se numără și galaxia din constelația Andromeda (singura din emisfera nordică vizibilă cu ochiul liber) — cea mai apropiată galaxie „gigantă” și independentă de a noastră, situată la aproximativ 1,5 milioane de ani-lumină. La rîndul ei, galaxia din Andromeda este un sistem multiplu format de cinci obiecte (marea galaxie centrală înconjurată de patru galaxii — sateliți ai acesteia).

Distanțele dintre galaxii sînt de ordinul milioanei de ani-lumină. După cum am mai spus, în spațiul intergalactic se află un mediu extrem de rarefiat — materia intergalactică — precum și unele stele singuraticе „expulzate” din galaxii. Așadar, nici în spațiul dintre galaxii nu trebuie să ne închipuim că ar fi vid.

Privite din profil, galaxiile au în general forme turtite, lenticulare. Privite din față, deseori discurile galaxiilor prezintă o structură destul de complicată, formată în general dintr-un nucleu central, în jurul căruia se încolăcesc două sau mai multe brațe în formă de spirală. Acestea sînt cele mai mari galaxii cunoscute. Din acest tip fac parte atît propria noastră galaxie (cu diametrul de cca. 85 000 ani-lumină), cît și galaxia din constelația Andromeda (cu diametrul de cca. 130 000 ani-lumină), galaxia din constelația

* 1 megaparsec = 10^6 parseci

Triunghiul (cu diametrul de circa 20 000 ani-lumină) etc. Mai există însă și galaxii de tip eliptic, variind între forma unei sfere și forma turtită a unui elipsoid. De obicei discurile lor nu prezintă nici un fel de detalii. În sfârșit, tipul de galaxii neregulate se caracterizează prin lipsa unei forme anumite. Principalele tipuri de galaxii, la care ne-am referit, au fost clasificate de către Edwin Hubble astfel:

1. *Galaxii neregulate*

2. *Galaxii eliptice*

E_0 (sferice), E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 , E_6 , E_7 (foarte turtite)

3. *Galaxii lenticulare*

a. *Normale*: SO_1 (puțin turtite) SO_2 , SO_3 (foarte turtite) (nucleu sferic)

b. *Barate*: SBO_1 (puțin turtite), SBO_2 , SBO_3 (foarte turtite) (nucleu în formă de bară)

4. *Galaxii spirale*

a. *Normale*: S_a (spire încolăcite), S_b , S_c (spire puțin arcuite) (nucleu sferic)

b. *Barate*: SB_a (spire încolăcite), SB_b , SB_c (spire puțin arcuite) (nucleu în formă de bară)

Repartiția, pe tipuri, a galaxiilor este următoarea:

Galaxii spirale: circa 61%, din galaxiile cu magnitudinea inferioară valorii de 12,7 (Vaucouleurs)

Galaxii lenticulare: 21,5%

Galaxii eliptice: 13%

Galaxii neregulate: 2,5% (restul de 2% cuprinde galaxii la care nu s-a determinat tipul pînă acum).

Masa unei galaxii este apreciată ca fiind, în medie, egală cu 10^{10} (zece miliarde) mase solare. Una dintre galaxiile cu masa cea mai mare este galaxia Messier 87 (tip EO), care conține $2,7 \times 10^{12}$ mase solare. Această galaxie se află în constelația Fecioara. Masa galaxiei din Andromeda este apreciată ca avînd $4,3 \times 10^{11}$ mase solare.

Există însă și unele galaxii speciale. Din această categorie trebuie să amintim în primul rînd de radiogalaxii; galaxiile, ca și stelele, radiază pe diferite lungimi de undă. Radiogala-

xiile au o mare capacitate de a emite unde radio, de sute de mii sau chiar de milioane de ori mai mare ca a galaxiilor obișnuite! Se disting câteva tipuri de radiogalaxii: unele reprezintă parcă perechi de galaxii „suprapuse“ (Lebăda A, Perseu A). Acest lucru este uneori interpretat ca reprezentând ciocnirea a două galaxii, fenomenul putând să producă puternice emisiuni radio. În alte cazuri, cum ar fi de pildă radiogalaxia Fecioara A (și galaxia neregulată M82), se observă o puternică explozie a nucleului, ale cărui șuvoiuri de materie se îndepărtează cu mare viteză de locul exploziei. După părerea unor oameni de știință, printre care și V.A. Ambartsumian, asistăm în aceste cazuri la scindarea nucleelor galactice, prima fază de naștere, prin diviziune, a două galaxii noi dintr-o singură galaxie-mamă. În rîndul radiogalaxiilor intră și așa-numitele „radiosurse cvasistelare“ despre care vom vorbi la un alt capitol. Mai trebuie să amintim ca formațiuni speciale și „galaxiile albastre“, care sînt sateliți ai unor galaxii eliptice. Culoarea lor este datorită probabil unei radiații de natură necalorică. Aceste galaxii trebuie să fie deosebit de tinere.

Cercetările arată că, în general, galaxiile sînt sisteme stelare complexe, cu un adaos de materie difuză, aceasta avînd la rîndul ei două componente principale — componenta gazoasă și componenta pulverulentă. Numărul de stele din galaxii variază între 10^7 și 10^{12} stele, iar masele lor conțin între 10^9 și 10^{12} mase solare. Printre galaxiile cunoscute, predomină galaxiile de dimensiuni mici și cu o masă relativ mică. Galaxia noastră se înscrie deci în rîndul galaxiilor mai mari, ea fiind o galaxie de tip spiral. De fapt, ea constituie centrul unui sistem multiplu, cuprinzînd Marele și Micul Nor al lui Magellan (ambele observabile din emisfera sudică a planetei noastre) și, de asemenea, alte câteva galaxii pitice. Masa totală a Galaxiei și a altor galaxii, calculată în ipoteza că i se poate aplica legea atracției universale, depășește însă cu mult masa observată (circa 130 miliarde de mase solare).

De aici reiese faptul că în Galaxie și, în general în galaxii, există mase de materie întunecată care încă nu au fost descoperite.

3. Ipoteza expansiunii Metagalaxiei

Cercetînd spectrele mai multor galaxii, astronomul american E. Hubble a observat, în jurul anului 1924 — după cum am mai amintit — fenomenul „deplasării spre roșu” al liniilor spectrale. El a intuit faimoasa lege care-i poartă numele: toate galaxiile se îndepărtează de noi (și între ele) cu o viteză care crește proporțional cu depărtarea. Se născuse astfel o celebră teză cosmologică, pe care vom avea prilejul să o mai amintim în această carte: „teoria expansiunii Universului”. Conform acesteia, universul accesibil instrumentelor noastre actuale se prezintă într-o continuă dilatare. Datorită acestui fapt, observăm, așadar, că toate galaxiile se îndepărtează de propria noastră Galaxie. Viteza de îndepărtare pentru galaxiile vecine se crede a fi relativ mică în comparație cu viteza, de zeci și sute de mii de kilometri pe secundă, pe care ar avea-o galaxiile foarte depărtate.

Interpretările au fost dintre cele mai variate. Unii vedeau în această teorie actul „creației divine” a Lumii „din nimic” și chiar „limitele” Universului. Privind problema în mod geocentrist, mulți gînditori afirmau că, dacă toate galaxiile „fug” de Galaxia noastră cu viteze proporționale cu depărtarea lor, rezultă că „o dată” toate acestea au pornit dintr-un punct situat în centrul Galaxiei. Momentul acela ar marca începutul Lumii! La fel, ținînd seama că viteza luminii, conform teoriei, relativității este limita tuturor vitezelor fizice posibile, ei stabileau „limitele” Universului, chiar și raza lui, luînd drept absolut reală proporționalitatea dintre viteza de îndepărtare și depărtarea galaxiilor de noi. Astfel de interpretări sînt însă caracteristice de obicei fazelor în care o nouă descoperire este încă departe de a fi complet eluci-

dată. Pe măsura progresului cunoașterii științifice, multe interpretări vremelnice dispar. Problemele pe care le ridică fenomenul descoperit sînt deosebit de complexe; „deplasarea spre roșu” observată ar putea avea și alte cauze. Astfel, lumina (prin intermediul căreia observăm corpurile cerești), în lunga sa călătorie prin spațiul intergalactic, și-ar putea modifica proprietățile sale „îmbătrînind”, datorită acțiunii cîmpurilor gravitaționale. Aceasta a fost una dintre primele ipoteze care excludeau fuga galaxiilor. Chiar dacă fenomenul expansiunii ar fi real, extrapolarea acestuia, adică extinderea lui la ansamblul Lumii (a întregului Univers), nu este îngăduită, neavînd justificare suficientă. Așadar, expresia corectă ar trebui să fie „expansiunea Metagalaxiei” și nu a Universului. Este posibil ca expansiunea observată în Metagalaxie să producă o contracție a spațiului în regiunile vecine acesteia, spațiul și timpul — conform teoriei relativității — ca și mișcarea, fiind indisolubil legate de materie, putîndu-se dilata sau contracta în funcție de aceasta. Exceptînd unele interpretări speculative, legea lui Hubble cu privire la deplasarea spre roșu a liniilor spectrale poate fi prezentată însă, într-o primă aproximație, ca sursă de lărgire a orizontului cercetărilor actuale ale Cosmosului. Dacă fenomenul este real, avem posibilitatea practică să cercetăm, cu mijloacele actuale, Universul pînă la foarte mari adîncimi. Descoperirea așa-numitelor „radiosurse cvasistelare”, cu ajutorul puternicelor radiotelescoape și identificarea acestora — începînd din 1960 — cu obiecte optice corespunzătoare (quasarii) au înregistrat constatări uluitoare, despre care vom vorbi în paragraful ce urmează. Obiectul cosmic, de pildă, cu notația simplă și bizară „OH471”, care în fiecare secundă pare că fuge de noi cu cîte 273 000 kilometri, ar marca aproximativ zona orizontului cosmic actual: circa 12 miliarde ani-lumină! Radiația acestuia, pe care o interceptăm azi, ar fi pornit spre noi din acele îndepărtate colțuri ale Metagalaxiei, într-o vreme cînd Pămîntul și întregul sistem solar încă nu erau

născute, materia lor formînd pe atînci — după toate probabilitățile — o imensă nebuloasă.

Imaginea actuală a Metagalaxiei a devenit, în urma noilor și multiplelor descoperiri recente, foarte complexă. Nu numai distanța de miliarde de ani-lumină față de noi, la care un astronomi cred că se mișcă „quasarii“, antrenati în viteze comparabile cu viteza luminii, impresionează. Acesta ar fi numai unul dintre aspectele spectaculoase la care unele cercetări presupun că asistăm. Dar, mai este în fond vorba de înfățișări necunoscute pînă în prezent ale materiei! Explozii colosale care s-au semnalat în Univers reprezintă adevărate cataclisme cosmice. De pildă, jeturile luminoase care se observă în galaxia Messier 82 din Ursa Mare marchează, conform teoriilor actuale, rezultatul exploziei nucleului acestei galaxii. Explozie în care este antrenată o masă egală cu 5 milioane de soări. Jeturi masive de materie se depărtează de nucleu cu viteza de aproximativ 10 000 km/s. Astfel de constatări au generat, firește, diferite interpretări, care însă ridicau problema nașterii și evoluției galaxiilor. Astrofizicianul V. Ambartsumian este de părere că galaxiile se nasc prin dividerea nucleului galaxiilor în vîrstă. Punctele observate deseori între galaxiile apropiate par să confirme acest punct de vedere. Oamenii de știință F. Hoyle și W. Fowler presupun, dimpotrivă, că inițial în centrul unei galaxii se află o suprastea, cu o masă egală cu cîteva milioane mase stelare. Starea de instabilitate creată la un moment dat determină o puternică explozie, de felul aceleia din Ursa Mare, comparabilă cu energia unui quasar. Alți astronomi consideră că exploziile, caracteristice etapelor de formare a unor galaxii, se datoresc inițial exploziei unei supernove, de o strălucire neobișnuit de mare și care produce o explozie în lanț a stelelor vecine, și ele destul de instabile.

Expansiunea Metagalaxiei, exploziile extraordinare observate, quasarii, „black hole“ etc. ridică probleme complexe și deocamdată deschise, cu privire la starea materiei în aceste locuri din Univers.

- 4. Quasarii și galaxiile albastre

Din multe puncte de vedere, radiosursele cvasistelare, sau quasarii și, de asemenea, așa-numitele galaxii albastre, se deosebesc de obiectele cosmice normale, înțelegind prin acestea din urmă în primul rând galaxiile obișnuite. De fapt, istoria acestor noi corpuri cerești a început în anul 1960, când din cele aproximativ 2 000 de radiosurse extragalactice depistate pe bolta cerească cu ajutorul puternicelor radiotelescoape existente, s-a identificat pe cale optică, la telescopul de la Observatorul de pe muntele Palomar, prima radiosursă cvasistelară ca un obiect asemănător unei stele înconjurată de o nebulozitate slabă. Era quasarul 3C-48! Fiind una dintre cele mai puternice radiosurse de pe bolta cerească, se determinase cu ajutorul radiointerferometrului de la observatorul Jodrell Bank că diametrul aparent al acestui obiect era sub o secundă de arc. Acest lucru a atras în mod deosebit atenția, deoarece stelele obișnuite nu ar putea fi detectate ca radiostele decât de la o distanță foarte mică (de ordinul a citorva ani-lumină), ținând seama de instrumentele existente. Astfel s-a născut ideea că „cvasistelele” (quastars) sau quasarii sînt de fapt galaxii neobișnuite, cu străluciri care întrec de la 10 pînă la 100 de ori strălucirile celor mai luminoase galaxii normale cunoscute. Așadar, quasarii ar fi corpurile cele mai luminoase din Metagalaxie și se presupunea că ele posedă cel mai mare debit total de energie cunoscut, de circa 10^{60} ergi. Această presupunere ar conduce la ideea existenței unor izvoare de energie superioare reacțiilor termionucleare, întrucît aceste reacții nu pot explica o atît de mare degajare de energie.

Cu ajutorul radiotelescoapelor, pe circa 70% din bolta cerească — explorată sistematic pe frecvența de 1 420 Mhz — s-au descoperit la început 16 radiosurse foarte puternice, fiind toate mai strălucitoare decât magnitudinea radio $m_{1420} = -8,6$. Magnitudinea radio la frecvența ν este definită prin relația:

$$m_{\nu} = -53,45 - 2,5 \lg \cdot 10 S_{\nu} \quad (1)$$

În care prin S, s-a notat densitatea fluxului de unde radio unități M.K.S.

Un număr de 9 dintre cele 16 radiosurse la care ne-a referit erau, deja în 1963, identificate optic la telescopul pe muntele Palomar. În 1965, astronomul Maarten Schmil a publicat lista decalajelor spectrale ale celor 9 quasari. După cum se constată, privind tabela de mai jos, toate „deplasări spre roșu” măsurate de el la Observatorul de pe muntele Palomar (coloana z din tabelă), au valori mari, ajungând pentru quasarul 3C-9 de pildă la $z = 2,01$. Ulterior, o nouă evaluare pare că a dat pentru 3C-9 o deplasare spre roșu a liniilor spectrale și mai mare. Constatarea era uluitoare, deosebind mai mult quasarii de obiectele cosmice obișnuite.

Tabela

Numele - quasarlui	Magnitudinea radio la 1 420 Mhz	Magnitudinea optică	z, deplasarea spre roșu
3C-9	11,0	18,2	2,01
3C-47	10,0	18,1	0,43
3C-48	8,5	16,2	0,37
3C-147	8,2	17,8	0,55
3C-245	10,2	17,2	1,03
3C-254	10,3	18,0	0,73
3C-273	7,6	12,9	0,16
3C-287	9,5	17,7	1,06
CTA-102	9,4	17,3	1,04
OH-471	—	—	3,40
OQ-172	—	—	3,53

Încă din anul 1964, Allan Sandage, un alt astronom de la Observatorul de pe muntele Palomar, a atras atenția asupra unor noi obiecte cosmice care s-ar găsi printre stelele albastre al căror catalog a fost publicat în 1962 de către Haro și Luyten. Cercetînd stelele acestui catalog și trecînd pe un grup

fic numărul N de stele mai strălucitoare decât diferitele magnitudini m_{pg} (m_{pg} înseamnă magnitudinea fotografică), în funcție de m_{pg} , a obținut o curbă pe care, datorită formei sale — interpretată ca discontinuă într-un punct, a separat-o în alte două curbe care se intersectau în punctul de discontinuitate. Astfel Sandage propunea împărțirea stelelor din catalogul lui Haro și Luyten în două categorii distincte: albastre, propriu-zise, din haloul nostru galactic, iar a doua categorie ar forma o mulțimea unor obiecte extragalactice de genul quasarelor. Un procedeu destul de simplu l-a condus pe Sandage să separe stelele albastre propriu-zise, aparținând galaxiei noastre, de cele care s-au numit ulterior „galaxiile albastre”. Luind în considerare o caracteristică a quasarelor, după care se disting din punct de vedere optic de stelele vecine de pe boltă printr-o emisie intensă în albastru și în ultraviolet, cu ajutorul unui filtru albastru foarte selectiv aplicat telescopului de la Palomar, el a eliminat de pe plăcile fotografice speciale toate stelele galbene, roșii sau verzi. Apoi, în aceleași regiuni ale cerului, pe aceleași plăci, puțin deplasate față de poziția inițială, a făcut o expunere de o secundă cu un filtru ultraviolet. Stelele apărând astfel cu imagine dublă, componentele stelelor albastre propriu-zise apăreau pe plăcile cercetate cu aceeași înnegrire, în vreme ce presupusele obiecte noi prezentau înnegrituri inegale, dintre care cele efectuate în ultraviolet erau foarte intense. Astfel Sandage a putut stabili că în catalogul lui Haro și Luyten stelele mai strălucitoare decât magnitudinea a 15-a au toate caracteristicile unor stele albastre normale, în vreme ce obiectele mai puțin strălucitoare decât mărimea stelară 15 se aseamănă din punct de vedere optic cu quasarii. Utilizând luminozitatea relativă a acestor stele ca indice de distanță, Allan Sandage a observat că stelele din prima categorie sînt răspîndite în jurul nostru, la distanțe variabile, corespunzînd stelelor din Galaxie. Dimpotrivă, pentru obiectele necunoscute, a observat o dispersare mare, ca și cum ele ar fi mai îndepărtate,

dincolo de limitele Galaxiei. Noile obiecte au primit nume provizoriu de „galaxii albastre“. Cu ajutorul telescopului de la Palomar s-au putut obține spectrele a trei galaxii albastre dintre cele mai strălucitoare. Allan Sandage și-a verificat ipoteza sa: liniile spectrale erau mult deplasate spre roșu astfel încât cele din domeniul ultravioletului erau în spectru vizibil.

Aceste rezultate uimitoare demonstrează deci că o imensă populație de corpuri cerești relativ luminoase, și care au fost considerate până în prezent ca fiind stele din Galaxie, sînt în realitate obiecte excepționale, care au fost presupuse a fi îngrămădiri dense, asemănătoare ca structură cu galaxiile care însă se deosebesc de acestea prin luminozitatea lor mare și mai ales — după cum vom vedea în capitoul următor — prin viteze colosale dacă sînt interpretate prin efectul Doppler-Fizeau. Înrudirea dintre quasari și galaxiile albastre pare evidentă. Interpretările care s-au dat pînă în prezent quasariilor se complică și mai mult — odată cu studiul galaxiilor albastre — datorită faptului că galaxiile albastre sînt de cca 500 de ori mai numeroase pe boltă decît quasarii cunoscuți. Se apreciază că frecvența galaxiilor albastre este de aproximativ 1 galaxie albastră la 10 000 de galaxii normale. Încercîndu-se însă localizarea galaxiilor albastre ca surse radio, s-a constatat că emisiunea lor radio este prea puțin intensă pentru a putea fi detectată cu radiotelescoapele actuale. Rezultă de aici că galaxiile albastre sînt identice cu quasarii din punct de vedere al emisiunii luminoase, însă ele sînt tăcute pentru noi în domeniul undelor radio, spre deosebire de quasari care, după cum am arătat, sînt radiosurse foarte puternice.

Sîntem așadar în prezent martorii unor fenomene și descoperiri astronomice pe cît de extraordinare pe atît de fundamentale, care vor determina noi pași ai științei. Una dintre cele mai importante consecințe ale acestor descoperiri este interpretarea lor filosofică.

V. IDEI COSMOLOGICE

1. Cosmogonie și cosmologie

Este greu să gîndești la probleme de cosmogonie fără să-ți reamintești minunatele versuri eminesciene din *Scrisoarea I*.

*...Colonii de lumi pierdute
Vin din sure văi de chaos, pe cărări necunoscute,
Și în roiuri luminoase izvorînd din infinit
Sînt atrase în viață de un dor nemărginit...*

Evident că aici Eminescu se referea la cosmogonia lui Immanuel Kant, formulată de către marele filosof german în lucrarea sa din anul 1755. De atunci însă știința a progresat considerabil! Asemenea cuvintelor poetului-gînditor, mulți oameni de știință au reflectat la „marea problemă: cum a ieșit Lumea din chaos?” *Scrisoarea I* conține trei mari domenii înrudite ale cunoașterii științifice: *cosmogonia*, *cosmologia* și *filosofia*. Îmbinîndu-le, Eminescu — cu o profundă intuiție — cum era și firesc, s-a inspirat de la „bătrînii dascăli” ai vremii sale: Immanuel Kant (pentru cosmogonie), Eugen Dühring (pentru cosmologie) și Arthur Schopenhauer (pentru filosofie). Kant scrisese, pe prima pagină a cărții sale, următoarele cuvinte semnificative: „Dați-mi materie și din ea vă voi construi lumea!” Cu alte cuvinte, fără existența veșnică a ceea ce numim *materie* nu poate fi concepută însăși existența Universului. Celelalte cosmogonii care au urmat cosmogoniei lui Kant — considerată a fi printre primele cosmogonii științifice —, a lui Laplace de pildă, au afirmat și mai mult teza cu privire la existența veșnică a materiei. Așadar, în cosmogonie, dar mai ales în cosmologie — știința care se ocupă cu problemele filosofice ale astronomiei — nu este cazul să ne gîndim la „începutul” și „sfîrșitul” Lumii.

Singura ipoteză demnă de luat în considerare la nivelul cosmologiei este ipoteza Universului inepeuizabil, în care materia este într-o continuă mișcare. Cunoscuta teorie a relativității confirmă o legătură strinsă și indisolubilă între materie, mișcare, spațiu și timp.

Cosmogonia actuală își propune să explice în mod științific cum s-au format Soarele, Pământul și celelalte planete ale sistemului solar, nașterea și evoluția stelelor și galaxiilor.

Marea dificultate a cercetărilor o constituie faptul că omul, ca ființă rațională — trăind între limitele stricte ale dimensiunilor de timp și spațiu cunoscute și asistând, de fapt, numai la anumite „secvențe” (extrem de scurte), ale dezvoltării materiei în cadrul sistemului solar și al Galaxiei — este puțin în situația ca, pe baza acestora, să reconstituie întregul mecanism de formare și evoluție a Terrei și a sistemului din care face parte Pământul. De aici și mulțimea teoriilor, ipotezelor și părerilor cosmogonice, dintre care unele prea raționale, altele prea empirice, unele matematice, altele descriptive. Există desigur un „numitor comun” și acesta va fi probabil cel mai apropiat de realitatea faptelor. Amintim în treacăt două dintre teoriile cosmogonice cunoscute, din secolul nostru, deși nici ele nu au răspuns definitiv la marea întrebare: cum a ieșit Lumea din chaos?

După astronomul Jeans, care și-a formulat primele sale idei cosmogonice prin anul 1900, o stea trecind prin apropierea Soarelui a produs o imensă maree pe suprafața acestuia din norul fierbinte de interacțiune dintre cei doi astri, printr-o condensare ulterioară, s-ar fi format în jurul Soarelui sistemul său planetar. Ca și în cazul teoriei lui Laplace — conform căreia din Soarele proaspăt format prin rotația și contractia unei nebuloase s-au rupt din partea ecuatorială inele de materie care ulterior au format planete —, teoria lui Jeans nu poate explica momentul de rotație (cinetic) al masei mobile existente în prezent în cadrul sistemului solar. Este dovedit că toate obiectele cerești cunoscute din jurul Soarelui luate la un loc, deși masa lor însumată este doar

700-a parte din masa Soarelui, posedă un moment cinetic de 30 de ori mai mare decât momentul de rotație al Soarelui. Teoria lui Jeans nu a putut explica nici actualele distanțe dintre planete și Soare, trebuind să fie cu mult mai mari în cadrul procesului imaginat de el. De asemenea, concentrarea masei gazoase la temperaturi înalte în planete este discutabilă; însăși apropierea unei stele de Soare este foarte puțin probabilă, apreciindu-se a fi, în condițiile actuale, o dată la 10^{17} ani.

În anul 1943, astronomul sovietic O.I. Schmidt a elaborat teoria cosmogonică ce-i poartă numele. El s-a folosit de *ideea captării* unui nor meteoric de către Soare. Este cunoscut faptul că astfel de nori există în Galaxie și probabilitatea ca Soarele, în mișcarea sa prin Galaxie, să întâlnească un astfel de nor era cu mult mai mare decât cazul întâlnirii unei stele. Conform teoriei lui Schmidt planetele s-au format prin ciocnirea și unirea corpurilor meteorice din norul captat, corpuri care, între timp, primiseră orbite eliptice. Analiza amănunțită a acestei teorii cu prilejul unei consfătuiri a cercetătorilor în cosmogonie la Moscova, în 1951, a scos în evidență unele neajunsuri; norul originar pare să fi conținut și gaze, nu numai corpuri meteorice, iar captarea lui de către Soare ridică unele obiecții teoretice. De remarcat însă că teoria cosmogonică a lui Schmidt duce la concluzia că la început Pământul era rece și solid și nicidecum cald și fluid, cum presupun alte ipoteze.

La teoriile cosmogonice pe care le-am citat, trebuie să adăugăm și contribuțiile românești care, la vremea lor, au fost publicate în reviste de specialitate din țară sau de peste hotare. În anul 1903, a fost tipărită lucrarea *Noua teorie cosmogonică* al cărei autor nu ținea să-și comunice numele pe copertă, astfel precum, cu secole înainte, procedase Kant cu celebra-i teorie cosmogonică. Patru ani mai târziu, în 1907, a doua ediție a lucrării îl anunța pe autor ca fiind Ion Corbu, din Bistrița-Năsăud, cunoscut publicist în domeniul astronomiei (a colaborat intens la primul periodic de astro-

nomie din România, revista *Orion*), membru al Societății Astronomice Române „C. Flammarion“. În capitolul *Teorie nouă* al lucrării citate, după ce se ocupă de „sisteme cu corp central puternic“ și „sisteme fără corp central puternic“, arătând că acestea urmează căi diferite în evoluția lor cosmogonică, Corbu considera că, în general, membrii unui sistem „nu sînt originari din aceeași nebuloasă, ci sînt formațiuni străine una de alta“, care au fost alăturate în sistem în urma perturbațiilor suferite în mișcarea lor. Așadar, aceeași *idee a captării*, care, mult mai tirziu a introdus-o Schmidt în teoria sa, o întîlnim la Ion Corbu. Astfel, autorul român poate fi considerat printre primii din lume care au introdus în cosmogonie această idee. Un an mai tirziu după apariția celei de a doua ediții a lucrării *Nouă teorie cosmogonică*, în 1908, astronomul T.I.I. See de la Observatorul din Mare Island (California) a emis o teorie cosmogonică foarte apropiată de aceea a lui Corbu, deși nu credem că a fost inspirată din aceasta.

După ani îndelungați de studiu, cunoscutul profesor și academician Victor Vălcovici a elaborat, în anul 1964, lucrarea *Originea sistemului planetar al Soarelui**, în care, printr-o susținere matematică și mecanică riguroasă, se încearcă învingerea dificultăților de care s-au izbit autorii unor teorii cosmogonice recente. Vălcovici considera că, prin puternice protuberanțe solare, în jurul astrului central s-a format un disc din gaze și pulberi, care a intrat într-o mișcare generală ondulatorie. După ce acest disc a primit aspectul unei gigantice membrane în vibrație, pe suprafața sa s-au conturat linii nodale, constituite din particulele care ulterior au format nucleele primelor patru planete din sistemul solar. Un nou disc, format de această dată din materia unei nebuloase care a pătruns în sistemul solar, în același mod — prin apariția unor linii nodale în membrana elastică — a dat naștere pla-

* Lucrarea lui V. Vălcovici, ca și lucrarea lui I. Corbu, se află la Muzeul Astronomiei Românești.

netelor Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun și Pluton, pe care V. Vălcovici le denumeste, din pricina originii lor, planete extrasolare, spre deosebire de planetele Mercur, Venus, Terra și Marte, care ar avea o origine solară.

Fără îndoială că problema nașterii Terrei, a planetelor și a Soarelui, fiind deosebit de complexă, nu poate fi privită unilateral, numai din punctul de vedere al unei singure ramuri a științei. În problematica cosmogonică intervin fenomene care aparțin fie unei științe „clasice”, fie unei științe care s-a născut în ultimii ani datorită progresului tehnico-științific general. De aici rezultă probabilitatea ca unele aspecte de detaliu ale cosmogoniei actuale să nici nu poată fi rezolvate complet. Nu putem nici să ignorăm faptul că de pe vremea lui Kant și pînă azi cosmogonia științifică a realizat progrese deosebite, în ciuda unor stagnări, sau chiar a unor regrese vremelnice. În momentul de față, cosmogonia științifică a încetat să aibă un pronunțat caracter speculativ, ca altădată. Pentru a fi luată în considerare, orice teorie cosmogonică de azi pleacă de la fapte constatate prin cercetările realizate asupra sistemului solar și al Galaxiei. Așadar, condițiile inițiale de la care pornesc actualmente teoriile cosmogoniei științifice sînt de cele mai multe ori condiții sigure, rezultate ale observațiilor și cercetărilor. Ca și în alte probleme dificile ale științei actuale, în cosmogonie s-a introdus în ultimul timp *modelarea* ca mijloc eficient de investigație. Se caută modelul de geneză a sistemului celui mai apropiat de realitate, adică modelul prin care, de la anumite condiții inițiale de naștere a sistemului, se poate ajunge, pe cale teoretică, la condițiile actuale ale aceluiași sistem, condiții verificabile în practica cercetării. Pentru a înțelege și mai bine acest proces, observăm faptul că investigațiile științifice, teoretice și experimentale (observaționale), se fac în dublu sens, tocmai pentru ca să existe mijloace de verificare: de la momentul inițial spre cel prezent și, invers, de la prezent la trecut, pînă la origini. În plus, modelul considerat poate să furnizeze date și cu privire la viitorul sistemului. În ceea ce privește cosmogonia

sistemului solar, în momentul de față ea este în general bazată pe investigațiile următoarelor științe: a) astronomia (prin observații astronomice), b) fizica nucleară (prin cercetări de laborator), c) astronautica (prin cercetări directe în spațiul cosmic) și d) științele geofizice (prin investigații directe asupra Terrei ca planetă).

Privind cu atenție mijloacele care stau la dispoziția cercetătorului în cosmogonie, observăm că acestea comportă două mari aspecte:

- 1) aspectul macrocosmic al proceselor cosmogonice;
- 2) aspectul microcosmic al proceselor cosmogonice.

În general, se admite azi că sistemul solar s-a format dintr-un nor de particule. Din punct de vedere macrocosmic, acesta ar corespunde unei nebuloase din Galaxie. Se știe însă că materia difuză prezintă în general două componente: componenta gazoasă și componenta pulverulentă. Așadar, este de presupus că și norul inițial avea aceeași structură. Cercetătorul este predispus azi să admită în această situație că norul inițial era rece. Lucrurile se complică însă când privim acest nor, din care s-a născut Pământul și Soarele, sub aspectul său microcosmic; norul putea fi format din atomi sau din particule subatomice. În ultimul caz, al unui nor de particule elementare, avem în față o stare plasmatică, așa-dar o materie ionizată. Într-adevăr, s-a stabilit că în zonele dintre planete există plasmă, de densitate mică, dar nu neglijabilă. Complexitatea fenomenelor microcosmice crește dacă adăugăm faptul că spațiile interplanetare sînt străbătute de puternice cîmpuri electrice și magnetice limitate (ca efect asupra materiei la care ne referim), producînd zone de discontinuitate. În plus, în mediul interplanetar se constată o serie de fenomene microcosmice de tranziție, variabile în timp.

Legitățile care vor governa o astfel de materie sînt și ele foarte complexe, iar fizica particulelor elementare încă nu și-a spus pe deplin cuvîntul. În orice caz, asupra unui ast-

fel de nor de particule vor interveni forțele electrice, magnetice, gravitaționale, cu legitățile lor. La o anumită temperatură, născută poate datorită contracției gravitaționale, vor interveni și reacții termonucleare. Acest moment, al intervenției reacțiilor termonucleare, va marca cu siguranță în noul sistem de corpuri cerești un prag calitativ. Soarele inițial, cînd a trecut acest prag, a evoluat de fapt, de la faza de protostea la faza de stea foarte tinăra. În orice caz, nașterea Soarelui nu putea să fie esențial diferită de nașterea unui anumit tip de stele în cadrul Galaxiei. Or, se știe că în Galaxie procesul nașterii stelelor se produce în sinul nebuloaselor. Feerica nebuloasă din constelația Orion a demonstrat astronomilor că în interiorul ei se nasc stele.

În momentul de față, mai complexă decît nașterea Soarelui pare să fie nașterea planetelor și a celorlalți componente ai sistemului solar. Dacă în cazul nașterii Soarelui se pot stabili cu destulă siguranță cele două faze la care ne-am referit — faza de protostea și faza de stea foarte tinăra —, în cazul planetelor pragul dintre starea de protoplanetă și starea de planetă este greu de stabilit. Pentru procesul nașterii Soarelui, avem modele stelare pe boltă. Planetele din afara sistemului solar, nu este încă cazul să le luăm în considerare. Boltă înstelată ne va putea înfățișa alte modele ale fazelor de dezvoltare ale unor planete și sateliți, în afara celor din jurul Soarelui, peste ani și ani, poate cînd puternicele telescoape vor popula — pe platforme speciale, sau la suprafața Lunii — spațiul extraterestru. Planetele au și o structură extrem de complexă; rezultatele științelor geofizice — seismologia în special — relevă un aspect foarte complicat al interiorului Terrei. Observațiile radioastronomice atestă același lucru în cazul altor planete, mai ales în cazul planetelor gigante. Investigațiile spațiale directe — prezența omului și automatelor la suprafața Lunii, sondele spațiale marțiene și venusiene, noii sateliți artificiali ce se rotesc în jurul planetei Marte — conduc la aceeași concluzie a complexității structurii planetelor și sateliților. Fotografiile luate din apropiere asupra lui

Phobos, satelit al lui Marte, de exemplu, atestă existența craterelor pe suprafața acestuia, greu de explicat sub aspect cosmogonic. Rămâne, în general, încă neclară și problema formării elementelor și a structurilor minerale complexe caracteristice planetelor, asteroizilor, sateliților, cometelor, meteoritilor.

Se știe că cea mai mare parte din Galaxie este formată din hidrogen. Acest fapt este în sprijinul unui nor inițial de particule elementare care a stat la baza formării sistemului solar. În momentul de față, cum am mai spus, apare verosimilă calea formării Soarelui dintr-un astfel de nor; în Soare există actualmente circa 71 % hidrogen, 28% heliu (obținut prin transformări termonucleare, ca reacțiile proton-proton și carbon-azot) și 1% elemente mai grele. Planetele și ceilalți componenți ai sistemului solar însă au în general un procent mai mic de hidrogen în compoziția lor actuală, ceea ce ridică probleme de ordin cosmogonic. Din punctul de vedere al mecanicii cerești, restul sistemului solar, exceptând Soarele însuși, prezintă și unele surprize, și ele greu de explicat sub aspect cosmogonic: Uranus se rostogolește pur și simplu pe orbita sa (axa de rotație fiindu-i înclinată cu 98° față de perpendiculara pe planul în care se mișcă), Pluton este singura planetă cunoscută din sistemul solar care traversează orbita unei alte planete (a lui Neptun), iar forma cu adevărat bizară a orbitei asteroidului Torro — recent pusă în evidență — a produs stupefacție printre astronomi. Din cele spuse pînă aici remarcăm că, în prezent, centrul interesului pentru cosmogonia sistemului solar se deplasează din domeniul studiului genezei Soarelui în domeniul studiului genezei sistemului planetar, iar un loc de frunte îl ocupă problema genezei Terrei.

Plecînd de la norul de particule elementare care, după toate probabilitățile, a stat la originea sistemului solar, vrem să ne înscriem pe orbita uneia dintre teoriile recente cu privire la formarea acestuia. Hannes Alfvén, profesor de fizică a plasmei, din Stockholm, laureat al premiului Nobel

(1970), susține că formarea și evoluția sistemului solar este în primul rînd o problemă de *fizică a plasmelor*. Mai exact, o plasmă care se mișcă în cîmpuri gravitaționale, electrice și magnetice. Prezența acestor cîmpuri complică lucrurile în sensul că nici mediul plasmatic nu va mai fi considerat omogen. Or, marea majoritate a modelelor cosmogonice considerate pînă în prezent plecau de la condițiile unui mediu omogen. Heterogenitatea și discontinuitatea structurilor au un rol extrem de important în cercetarea proceselor cosmogonice. Așadar, norul plasmatic neomogen și discontinuu a dat naștere Soarelui și planetelor! Cum? În momentul de față încă nu se poate preciza dacă Soarele s-a format odată cu Pămîntul sau dacă s-a format înaintea sa; cercetări macrocosmice pot însă da indicația că perioada de timp care s-a scurs între nașterea Soarelui și cea a Pămîntului nu a fost prea mare. În orice caz, azi se presupune, cu un grad ridicat de probabilitate, că planetele s-au format printr-un proces de *condensare* a norului plasmatic inițial; aceeași soartă a avut-o și Soarele, poate simultan cu planetele, poate puțin înainte.

Alfvén pleacă, în modelul său, pe care l-a numit „heterogonic” (de la grecescul „heteros” — component, satelit), de la observația simplă că între sistemul planetar al Soarelui și sistemul de sateliți al unei planete (de exemplu Jupiter) există o mare asemănare din multe puncte de vedere. De pildă ambele au corp central puternic (cazul amintit și de românul Ion Corbu), conținînd cea mai mare parte din masa sistemului, cu cîte un moment cinetic destul de mare în raport cu masele respective, axele de rotație fiind în general aproape perpendiculare pe orbitele lor etc. Alfvén observă că nu există încă o teorie heterogonică aptă să explice geneza și evoluția atât a planetelor cît și a sistemelor de sateliți. În ipoteza sa, savantul se ocupă de efectele ciocnirilor dintre particule materiale (componenta pulverulentă) și plasmă (componenta gazoasă), de condițiile de șoc, în prezența unor cîmpuri gravitaționale, electrice și magnetice. Rezultatele sînt promiță-

toare: într-un astfel de mediu, dacă vitezele nu sînt prea mari, are loc un proces de transformare a norului haotic de particule într-un curent de particule. Dacă printre particulele noului curent format există unele granule de mărime superioară în raport cu altele (evident că ne referim la componenta pulverulentă), se vor forma, în jurul acestora — care au fost denumite embrioni — aglomerări de materie. Utilizînd modele corespunzătoare, se poate demonstra că embrionii vor crește rapid în masă, în raport cu alte granule. Astfel, Alfvén întrevede începutul nașterii planetelor, a sateliților și asteroizilor, precum și a altor corpuri din cadrul sistemului planetar al Soarelui. Cercetările efectuate arată că este foarte dificil a considera condensarea fără intermediul curenților de particule; teoria arată că numai într-un astfel de curent de particule vitezele relative ale particulelor pot fi suficiente pentru ca căldura născută din șocul produs prin ciocnire să topească o parte din granulă și astfel să fie posibilă sudarea ei cu altă granulă, pentru a permite creșterea embrionului. Se mai poate spune că, la un embrion condensat din granule infinit de mici, se obține o viteză de rotație în sens direct. Ea se înscrie în cadrul fenomenelor observate în realitate. În plus, ciocnirile dintre embrioni sînt întîmplătoare sub aspectul teoriei fizice considerate. Se poate explica astfel faptul că axele de rotație ale planetelor sînt înclinate diferit pe planul eclipticii, mergînd pînă la cazul ieșit din comun al lui Uranus.

În ceea ce privește faptul că sateliții se mișcă în jurul planetelor (și planetele în jurul Soarelui), Alfvén în teoria sa apelează de această dată la *teoria captării*: este posibil ca după formarea din embrioni a Soarelui, planetelor, sateliților, asteroizilor etc. — Soarele să fi captat în jurul său planetele cunoscute (născute, evident, în cadrul aceluiași sistem, din același nor de particule), planetele să fi captat pe actualii sateliți etc. Cu alte cuvinte, un fel de „aranjamente” mecanice post-factum! Concepția este, în orice caz, interesantă. Menționăm că ideea captării elaborată de Ion Corbu își primește și în cazul de față o anumită confirmare,

teoretică cel puțin, după aproape șaptezeci de ani de la data cînd a fost concepută.

Studiul spectroscopic al fotosferei solare, caracterizată prin stare plasmatică, analiza fizico-chimică și microscopică a diverselor soluri terestre, a magmei vulcanice, a eșantioanelor de sol lunar aduse pe Pămînt de către misiunile „Apollo” precum și de către stațiile automate sovietice, analiza meteoritilor expuși în muzee, toate acestea dau indicații cu privire la mecanismele care au intervenit în procesul cosmogonic al formării sistemului solar. De la aceste date pleacă deseori cosmogoniștii pentru elaborarea unei teorii cît mai apropiate de realitate, ca și aceea pe care am citat-o mai sus. Diferitele detalii ale unei atari teorii sînt uneori confirmate, alteori infirmate de către noile cercetări. Firul principal al teoriilor actuale fiind însă aproape același, este, în general, confirmat de către investigațiile noi. Procesul cunoașterii genezei Terrei este un proces dialectic! Dacă amănuntul „sudării” granulelor norului inițial, citat de Alfvén, pare confirmat de cercetarea materiei lunare și a meteoritilor — ambele forme manifestînd urme de impact — problema, tot de amănunt, de pildă, a captării Lunii de către Pămînt, pare că ar avea șanse mai puține de confirmare după ce s-au efectuat studii asupra eșantioanelor lunare. Detaliile formării sistemului solar rămîn în continuare probleme încă deschise.

Analiza izotopică a meteoritilor, a rocilor terestre și lunare, a putut indica și o *cronologie*, destul de semnificativă pînă în prezent, privind formarea sistemului solar: meteorii și rocile terestre, precum și cercetările astrofizice privind Soarele, stabilesc vîrste cuprinse între 5 și 6 miliarde de ani pentru Soare și între 4 și 5 miliarde de ani pentru restul sistemului solar. Cele mai vechi roci lunare cercetate prezintă o vîrstă de 4,6 miliarde de ani, ceea ce se încadrează foarte bine în tabloul vîrstelor din sistemul solar.

Iată, așadar, una dintre schemele probabile ale istoriei sistemului solar: un nor de plasmă și materie pulverulentă într-un cîmp magnetic, cu o mișcare haotică, primește o

„ordine“ internă, sub forma unor curenți de particule; în circa 10^8 ani, în nor se constituie centre de condensare (embrioni). Un salt calitativ înlocuiește embrionii cu un proto-soare, mai multe protoplanete, precum și cu protosateliți. Acestea au devenit, acum cca. 5 miliarde de ani, actualul Soare, planetele — printre care Terra — asteroizii, sateliții planetelor etc. Este numai o simplă schemă, într-o largă aproximație. Vor mai trebui efectuate ample cercetări, va mai fi nevoie de noi laboratoare spațiale.

Cosmogonia are în vedere nu numai nașterea unui sistem cosmic ci și evoluția lui, adică trecutul, prezentul și viitorul acestuia. De aceea o problemă mult discutată de-a lungul istoriei ca aceea a „sfirșitului Pământului“ poate fi, în esență, o problemă cosmogonică. Cu toate că, deseori, această chestiune a fost judecată de pe cu totul alte baze, diferite de acelea ale unei cosmogonii științifice. Un exemplu îl constituie problema conjuncturii planetelor în anul 1982. Deși despre acest fenomen s-a vorbit destul de mult în ultimii ani, ca despre ceva ieșit din comun, trebuie să subliniem că el constituie de fapt un aspect obișnuit al desfășurării evenimentelor cosmice. De la început deci trebuie să precizăm că toate zvonurile ivite pe marginea lui nu au nici-un temei științific. Nu este nici cel puțin vorba de o *alinieare a planetelor* precum s-a afirmat: 1982 este anul *apropierii relative* a planetelor sistemului solar, acestea avînd deci între ele distanțe reciproce mai mici decît în mod obișnuit. Fenomenul așadar nu are un caracter de unicitate în istoria sistemului solar, ci un caracter ciclic, printr-o reproducere firească la anumite intervale de timp. Apropieri relative ale planetelor s-au produs de nenumărate ori și se vor produce mereu în viitor. Cu cît luăm în discuție mai puține planete, cu atît fenomenul este mai frecvent. De exemplu Pământul și planeta Marte, au apropieri minime una de cealaltă o dată la 15—17 ani, cînd distanța dintre ele se reduce la numai 56 milioane kilometri. Desigur că, dacă luăm în considerare apropierea relativă a trei planete, fenomenul se va produce mai rar decît în cazul

a două planete. Dacă acum ne gândim la toate planetele mari ale sistemului solar, calculele arată faptul că o apropiere relativă a tuturor planetelor revine în medie o dată la câteva sute de ani, cu toate că nu există o perioadă exactă de repetare a fenomenului. Astfel, secolul trecut, secolul nostru și secolele viitoare conțin patru apropieri relative ale planetelor mari din sistemul solar, respectiv în anii 1805, 1845, 1982 și 2357. O aliniere a planetelor în adevăratul sens al cuvintului oare nu este posibilă? În prezent nu! Pentru simplul motiv că orbitele celor 9 planete mari care gravitează în jurul Soarelui nu sînt în același plan, fiind unghiuri diferite între planele orbitelor diferiților sateliți ai Soarelui. De exemplu, între planul orbitei pămîntesti și planul orbitei planetei Mercur există o înclinare de 7 grade, iar planul orbitei planetei Saturn față de cel al orbitei terestre are o înclinare de peste 2 grade etc. Așadar, în momentul de față, datorită acestor unghiuri de înclinare ale orbitelor planetare, nu poate exista în sistemul solar un „aranjament” al planetelor încît ele să se dispună în linie dreaptă. Ținînd însă seama de faptul că unghiurile la care ne-am referit variază în timp (nimic în Univers nu este fix!), probabil că într-un trecut foarte îndepărtat din istoria sistemului solar, și într-un viitor tot atît de îndepărtat — în sensul riguros al cuvintului — alinierea tuturor planetelor a fost și va fi posibilă. Oricum, calculele exacte pe care le-a efectuat autorul acestor rînduri, asigură faptul că *în ultimii 10 000 de ani și, de asemenea, în viitorii 10 000 de ani, nu s-a produs și nu se va produce alinierea planetelor*. Ce va fi după cei 10 000 de ani de acum înainte... asta o vom vedea-o atunci.

Mișcarea firească a planetelor în jurul Soarelui — fiecare pe orbita ei, de o formă mai mult sau mai puțin eliptică — marchează pentru anul 1982 o apropiere relativă care, de fapt, se menține, între anumite limite, și în anii 1983 și 1984. Are loc astfel o „îngrămădire” planetară, într-un anumit sector — relativ restrîns — în raport cu Soarele. Dacă socotim astrul zilei în virful unui unghi, deschiderea acestui unghi,

deci a „evantaiului“ planetar în perioada respectivă (luna mai 1982) este de 71° pentru opt dintre planete, exceptînd planeta Venus care, de această dată, se „sustrage“ de la starea de apropiere relativă. Prin urmare în unghiul cu o deschidere de 71 grade (mai puțin de un sfert de cere), care are în vîrf Soarele, secolul nostru „adună“ planetele Mercur, Terra, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun și Pluton, „convocîndu-le“ în perioada 19 mai — 6 iunie 1982. O „revenire“ la situație cu o deschidere unghiulară de 74° — se semnalează, de asemenea, între 24 aprilie și 12 mai 1984. Dacă luăm în considerare și planeta Venus, adică toate planetele mari ale sistemului solar, atunci deschiderea unghiului care are în vîrf Soarele crește de la 71° la 130° (28 mai 1982) și de la 74° la 262° (4 mai 1984).

Din punct de vedere gravitațional, trebuie să subliniem că masa Soarelui este de aproximativ 700 ori mai mare decît masa tuturor planetelor și a altor corpuri cerești ce gravitează în jurul său. Forța de gravitație însumată, corespunzătoare tuturor planetelor (exceptînd Terra) ar avea un efect neglijabil asupra planetei noastre, față de puternica forță gravitațională a Soarelui. Desigur că au importanță și distanțele la care s-ar găsi aceste mase față de Pămînt. Se știe că, fenomenul obișnuit al mareelor la suprafața Terrei este datorat atît Soarelui (care deși se află la 150 milioane kilometri de noi, are în schimb o atracție gravitațională puternică) cît și Lunii; astrul nopții, cu toată masa lui redusă, influențează totuși scoarța terestră prin apropierea, de numai 384 000 kilometri, pe care o are în medie față de Terra. Toate acestea le cunoaștem bine, prin intermediul legii gravitației pusă în evidență pentru prima oară de către geniul marelui fizician Isaac Newton:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (2)$$

În această formulă forțele de atracție F dintre doi astri, situați la distanța r unul de celălalt, sînt, după cum se

vede, direct proporționale cu produsul maselor lor M și, respectiv, m . Constanta gravitației are valoarea $G = 0,000\ 000\ 066\ 68\text{ cm}^3\text{g}^{-1}\text{s}^{-2}$. *Mecanica cerească* a stabilit, încă de secole, legile generale de mișcare ale planetelor în jurul Soarelui — *legile lui Kepler* — precum și cauza principală care determină această mișcare, concretizată prin *legea gravitației* a cărei expresie matematică este dată de formula (2). Conform acestor legi o planetă se mișcă în jurul Soarelui pe o elipsă, dacă astrul zilei ocupă unul dintre focarele acesteia. Totuși traiectoria eliptică respectivă este *ideală*; drumul descris de planetă ar fi o elipsă *perfectă*, ca figură geometrică, numai dacă în Univers ar exista două corpuri cerești (Soarele și planeta în cauză), iar interacțiunea lor ar fi numai gravitațională. Traiectoria *reală* însă este o elipsă deformată și, mai exact, în *continuă deformare* deoarece fiecare astru — exceptînd, bineînțeles, sistemul Soare-planetă pe care îl avem în vedere — acționează din punct de vedere mecanic cu cîte o *forță perturbatoare* care abate mai mult sau mai puțin, dar în mod continuu, planeta respectivă de la o traiectorie perfect eliptică. Mareele constatate la suprafața Pămîntului, despre care am scris mai sus, ca rezultat al forțelor de atracție ale Soarelui și Lunii, sînt în fapt *efecte perturbatoare*. Revenind la problema alinierii planetelor, un studiu aprofundat al perturbațiilor planetare confirmă faptul că, *dacă ne-am închipui toate planetele sistemului solar și Luna perfect aliniate pe dreapta definită de centrele Soarelui și Terrei și, în plus, dacă toate planetele ar fi în același moment nu numai în linie dreaptă dar și la distanța minimă de Pămînt, nici atunci accelerațiile lor mareice asupra suprafeței planetei noastre, însumate, n-ar depăși valoarea de 0,0000631 din accelerația maregenă a Lunii, astfel că — practic — chiar și în această situație ideală, marea datorată planetelor ar fi categoric neglijabile față de marea obișnuite, existente în permanență pe Terra sub influența gravitațională luni-solară. Astfel că, oricum ar fi „aranjate“ planetele față de Pămînt și Soare, chiar și în linie dreaptă — ceea ce am arătat că în viitorii 10 000 de*

ani nu este posibil — orice pericol amenințător pentru Pământ, datorită conjuncturii planetare, este exclus. S-a vorbit și despre anumite efecte fizice, adică despre o eventuală creștere a activității solare în anul 1982, legată de apropierea relativă a planetelor. De asemenea și acest aspect este neglijabil, avînd în vedere necoincidența categorică dintre maximul solar și minima apropiere planetară; cele două fenomene separate sînt distanțate în timp cu un interval de aproape doi ani, maximul activității Soarelui precedînd apropierea relativă a planetelor. Or, se știe că imediat după ce s-a produs un maxim solar, curba activității astrului zilei suferă o cădere rapidă. În plus, la nici una dintre apropierile relative ale planetelor din secolele trecute, nici un astronom, istoric sau alt gen de cronicar, nu pare să fi consemnat vreun fapt geofizic pus în legătură cu evenimentul cosmic pe care-l analizăm.

Teoria perturbațiilor a permis abordarea și a altor probleme importante privind evoluția viitoare a sistemului solar. Primul român doctor în matematici la Paris, Spiru C. Haret (1851—1912), s-a ocupat de *stabilitatea mecanică a sistemului planetar* al Soarelui. Acum două secole, celebrul astronom francez Pierre Laplace — în 1773 — și apoi marele matematician Joseph Louis Lagrange — în 1776 — demonstraseră că, într-o primă aproximație, sistemul planetar al Soarelui rămîne în ansamblul său rigid, nedeformabil de-a lungul miliardelor de ani de existență a sa. Faptul se baza pe inexistența unor termeni matematici, adică un fel de corecții care să se adauge odată cu trecerea fiecărui secol la valoarea — măsurată la un moment dat — a axelor mari ale elipselor pe care se mișcă planetele în jurul Soarelui. În anul 1808, un alt distins matematician francez — Denis Siméon Poisson — reluînd calculele, a demonstrat că sistemul planetar al Soarelui apare rigid, din punct de vedere mecanic, și într-o a doua aproximație, așadar mai exactă decît aceea în care s-au exprimat Laplace și Lagrange. În lipsa unor mijloace moderne de calcul — cum ar fi calculatoarele electronice

de azi—numai cu creionul și hîrtia, Spiru Haret a avut curajul să abordeze problema stabilității mecanice a sistemului planetar al Soarelui și într-o a treia aproximație. A arătat că, la acest nivel, influența perturbatoare a maselor planetelor determină — în timp — o destrămare lentă a sistemului. Acest rezultat s-a obținut în anul 1876, Spiru Haret demonstrînd existența unor termeni seculari în expresiile matematice ale axelor mari de orbite planetare. Teza de doctorat purtînd titlul *Sur l'invariabilité des grandes axes des orbites planétaires* (*Asupra invariabilității axelor mari ale orbitelor planetare*), susținută de către Spiru C. Haret, în 1878, la Facultatea de Științe din Paris (Sorbona) și, apoi, publicată în Analele Observatorului din Paris (tomul XVIII, în 1885) s-a bucurat de o faimă deosebită în rîndul specialiștilor. Contrar lui Laplace, Lagrange și Poisson, Spiru Haret a dovedit că *sistemele planetare nu pot avea o stabilitate mecanică absolută, fiind supuse așadar de z v o l t ă r i i*. Azi, această proprietate a materiei cosmice este cu atît mai mult evidențiată, cu cît se consideră și aspectele fizicii relativiste (așa-numitul avans al periheliului planetelor) cît și, de asemenea, efectele de natură electromagnetică. Într-un sens mai larg rezultatul are și o valoare cosmologică — nu numai valoare cosmogonică — avînd în vedere că presupusa armonie universală se dovedește a fi, de fapt, un echilibru între starea organizată și starea haotică a sistemelor cosmice în permanentă devenire. Revenind la aspectul mecanic al deformării permanente a sistemului planetar al Soarelui reproducem în cele ce urmează cîteva rînduri din cartea profesorului universitar Constantin Drămbă — *Elemente de mecanică cerească* (București, 1958) — care scot în evidență un alt aspect general al rezultatului tezei lui Haret: „Importanța rezultatului obținut de S p i r u H a r e t, în urma unor calcule foarte lungi, a fost considerabilă, deoarece prin aceasta s-a dovedit că metoda aproximațiilor succesive, care este proprie pentru calculul perturbațiilor, nu poate fi folosită pentru studiul stabilității sistemului

planetar". Adică, problema fiind extrem de complexă, metoda respectivă este insuficientă pentru a duce studiul până la capăt. Într-adevăr, ulterior, cunoscutul savant francez Jules Henry Poincaré (1854—1912) a abordat problema stabilității sistemului planetar prin metode noi, definind condițiile în care trei corpuri cerești pot constitui un sistem stabil.

Subliniem aici că, prin rezultatele sale excepționale, Spiru Haret rămâne în istoria științei românești ca unul dintre cei mai mari astronomi. Academicianul Gheorghe Demetrescu (1885—1969) — organizator și coordonator al cercetărilor astronomice și seismologice din România, a învățămîntului astronomic superior — comunica studenților săi, din prima promoție a Secției de astronomie din cadrul Facultății de matematică și fizică din București (1957), următoarele: „Vreau să amintesc că au fost și români care se pot număra printre marii astronomi și oameni de știință din lume, alături de Herschel, Le Verrier etc. Unul dintre acești români a fost și Spiru Haret...“* Un fapt însă deosebit de interesant este că Haret a demonstrat matematic ceea ce Mihai Eminescu — cu geniala-i imaginație — a intuit excelent, într-o vreme în care lumea științifică aborda încă prejudecata armoniei universale. Prin 1874 cînd compunea primele versuri autonome ale *Scrisorii I*, cu patru ani înaintea susținerii tezei lui Haret, gînditorul Eminescu își imagina deja destrămarea sistemului solar. O proprie cosmogonie pe fondul unor profunde idei cosmologice! În manuscrisul eminescian 2258, aflat azi la Biblioteca Academiei, era intuit faptul cum, peste miliarde de ani:

„...Soarele roșește-n cerul negru
Bolnav, bătrîn, aproape înghețat
Iar globurile fug în spațiu rebele
De nici o lege ne mai fiind ținute“

* Sub imboldul profesorului Demetrescu, unul dintre studenții mai sus pomeniți — autorul rîndurilor de față — își amintește cu emoție că printre primele conferințe publice pe care le-a ținut în București, conferințe de debut oratoric, a fost și aceea de la 16 octombrie 1955 intitulată „Spiru C. Haret — viața și opera sa“.

Dar, poate, vestea că teza lui Haret îi confirmă gândurile cosmogonice l-a determinat pe Hiperion să frăminte în continuare aluatul Scrisorii până când — la publicare, în 1881 — avea să dea Lumii, versuri de o profunzime filosofică foarte rar întâlnită pe Terra:

*„În prezent cugetătorul nu-și oprește a sa minte,
Ci-ntr-o clipă gândul duce mii de veacuri înainte;
Soarele, ce azi e mândru, el îl vede trist și roș
Cum se-nchide ca o rană printre nori întunecoși,
Cum planeteii toți îngheață și s-azvîrl rebeli în spaț
Ei, din frînele luminii și ai soarelui scăpați;“*

Citindu-le, putem crede că este teza lui Haret în versuri! Și dacă azi pe partea nevăzută de pe Pământ a Lunii două coordonate — Latitudine 59° Sud, Longitudine 176° Vest (U.A.I. 1970) — definesc un crater selenar, care, alături de alți munți circulari cu numele unor oameni de știință celebri, se numește *craterul Spiru Haret*, există, de asemenea, un *poet universal*, care se numește Mihai Eminescu...

Contururile exacte ale *cosmogoniei științifice* au fost creionate de către titanul de la Königsberg: Immanuel Kant (1724—1804)! Fără semnătura autorului, dar pătrunsă în esență de un spirit nou, cunoscuta lucrare *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755) — *Istoria naturală universală și teoria cerului* — susține că la baza structurii Universului se află sistemele stelare, inepuizabile ca număr. Aceste autentice „colonii de lumi pierdute“ (din nou Eminescu!) se mențin datorită gravitației. Cerul înstelat — susține Kant — formează de asemenea un sistem: Galaxia, în limbajul astronomic actual. Lucrarea se referă și la cosmogonia sistemului solar; un nor format din corpuri meteorice, cu mișcare internă haotică, treptat primește o mișcare de rotație sub influența gravitației. Printr-o turtire, apoi prin concentrare, se nasc Soarele și planetele... La 1796 apare o nouă lucrare cosmogonică, a lui Laplace. Azi avem cosmogonii stelare și chiar privind geneza galaxiilor. Astronomii și fizicienii se ocupă de posibilitatea nașterii stelelor în grup, în interio-

rul nebuloaselor. Stelele, după cum am văzut, nu s-au născut toate odată, la un moment dat. Ele se nasc și azi, sub ochii noștri! De aceea, vîrsta stelelor este diferită; unele dintre ele există, ca și Soarele, de circa 5—6 miliarde de ani, în vreme ce altele, foarte tinere, abia ating frageda vîrstă stelară de 1 milion de ani. Se observă că, în general, materia stelară se transformă din nou, după miliarde de ani, în materie nebulară; acest fapt — sub aspect cantitativ — asigură circuitul materiei în Galaxie. Alte fenomene par să asigure și circuitul calitativ al materiei galactice.

O problemă deosebit de importantă în cadrul cosmogoniei actuale este chestiunea nașterii și a evoluției sistemelor stelare, cum ar fi galaxiile. De pildă, quasarii ridică nu numai probleme de ordin cosmogonic, dar și dificultăți de ordin cosmologic. Înainte însă de a continua discuția cu privire la quasari, începută în capitolul trecut, după ce, prin exemplificări, am fixat cadrul *cosmogoniei*, este necesar să reflectăm asupra *cosmologiei*. Ea constituie un capitol, într-un fel cu mult mai pretențios decît cosmogonia. Am putea defini cosmologia ca puntea de legătură a astronomiei cu filosofia. Cine nu va înțelege acest lucru nu va putea răspunde niciodată corect la problemele cosmologiei. Afirmăm punctul acesta de vedere deoarece mai există diferite păreri cu privire la „apartenența” cosmologiei. Este cosmologia un capitol al filosofiei? În trecut de problemele cosmologice s-au ocupat, mai ales, filosofi — înclină să răspundă o parte dintre cercetători. Este cosmologia un capitol al astronomiei? În momentul de față — obiectează partea adversă — principalele întrebări cosmologice sînt cercetate de către astronomi sau astrofizicieni. După părerea noastră, *cosmologia trebuie să fie tocmai „disciplina de frontieră” dintre astronomie și filosofie*. Tratînd probleme filosofice în legătură cu Cosmosul, în esență concepția omului despre cer și Univers, cosmologia a însemnat aproape întotdeauna de-a lungul dezvoltării ei un cîmp de luptă al ideologiilor opuse. Apărută probabil în epoca pietrei, odată cu magia, milenara și complexa evoluție

a acestei discipline a conturat preocupări multiple care, în condițiile actuale ale științei, au devenit trei mari direcții de investigație cosmologică:

- a) Timpul și spațiul la nivelul megacosmic.
- b) Structura „de ansamblu” și dinamica generală a Megacosmosului.
- c) Raportul dintre ființa gânditoare (în particular omul de pe Terra) și Universul cosmic.

Față de această problematică de bază, cosmologia tinde să se transforme într-o știință de sine stătătoare cu un pronunțat caracter epistemologic, multidisciplinară, așadar o știință de frontieră care se servește nu numai de rezultatele fundamentale ale astronomiei, dar folosește deopotrivă cercetările teoretice și experimentale ale mecanicii, geometriei, fizicii, biologiei, arheologiei și istoriei, antropologiei etc. Cosmologia este în atenția atât a filosofilor, cât și a teologilor. Dar și invers, fără a ține seama de filosofie cosmologii sînt simpli funcționari ai empirismului sau ai modelării matematice formale și, uneori, furnizori de materie primă necesară modernizării tezelor teologice.

Deseori în literatura de informare științifică și citeodată chiar și în lucrările de specialitate cu referire la cosmologie se fac grave confuzii în ceea ce privește conceptul de *Univers*. De aceea trebuie să precizăm de la început că prin *Univers*, *Lume sau Cosmos* în contextul unor probleme aparținînd direcțiilor de investigație cosmologică a) și b) citate mai sus, înțelegem *existența naturală*, obiectivă, ineputabilă, primară în raport cu orice tip ființă rațională. Esența acestei existențe corespunde, bineînțeles, materiei în mișcare care, la nivelul cosmologiei actuale se manifestă sub forme concrete cum ar fi în primul rînd galaxiile și sistemele de galaxii, apoi materia intergalactică sub diferitele ei forme. În acest sens după afirmațiile lui I. Merleau-Ponty și Bruno Morando Universul este o „structură în principiu perfect definită” iar cosmologia o „știință care posedă un obiect specific și bine definit: Universul”. La fel, un filosof ca René Poirier prin

„cosmologic” înțelege „ceea ce este relativ la structura de ansamblu a lumii, a universului fizic, și nu pur și simplu relativ la mărimea sau forma sa”. Se pune azi, în general, semnul egalității între *Univers*, *ca existență naturală*, și *universul fizic*, care include, ca un domeniu mai restrâns *universul astronomic*, adică universul observabil direct prin multiplele mijloace tehnico-științifice ale astronomiei, astronauticii etc. Confuziile în cosmologie se produc, după părerea noastră, tocmai datorită extinderii universului fizic actual al nivelul Universului ca existență naturală. Avem în vedere faptul că metoda modelării matematice din cosmologia actuală este axată aproape în întregime pe marile teorii ale fizicii curente, iar universul astronomic actual cu rezultatele sale observationale este deseori considerat ca suficient pentru a face judecăți de valoare cu privire la întreaga existență naturală. Un exemplu în acest sens este extinderea nejustificată a cunoscutei teorii Big-Bang la nivelul ansamblului existenței naturale și nu numai local — în Metagalaxie — unde ar fi, din multe puncte de vedere, verosimilă. Extinderea nejustificată deoarece, după cum afirmă astrofizicianul sovietic V.L. Ghinzburg, „nu există nici-o garanție că legile fizice cunoscute nouă, care se referă atât la domeniul clasic cât și la domeniul fizicii cuantice, pot fi aplicate fără rezerve și fără limite în cosmologie”. Desigur că, în starea actuală a științelor particulare și între limitele acestora, universul fizic pare imposibil de depășit; de aceea el este confundat cu Universul „în ansamblul său”. Or, printr-o confruntare obiectivă și severă, permanentă și sistematică cu filosofia s-ar putea obține cu mult mai mult. În exemplul citat mai sus cu privire la „marea explozie inițială” (*big-bang*) englezul E.A. Milne, „credinciosul originii singulare a Universului căreia i-a dat același sens teologic cu al *Creațiunii*” (Merleau-P.), a preferat pentru acest eveniment termenul de *singularitate inițială*; apoi, lipsa de interes pe care o au în general cosmologii față de filosofie a făcut ca ulterior cuvântul „singularitate” să fie admis în limbajul cosmologiei, cu

toate că termenul corect este de „stare particulară” (sau „particularitate”). Deoarece, chiar și soluțiile teoretice ale cosmologiei relativiste, de asemenea rezultatele observaționale actuale (care, totuși, se referă încă la un domeniu prea restrins din Univers) — fără deci a lua în seamă constrangerile posibile ale filosofiei — nu pot prezenta cu certitudine absolută acest eveniment (adică „marea explozie”) ca unic în istoria Universului. De aceea trebuie să fim de acord cu filosoful francez citat mai sus, René Poirier, care militează, alături de alți gânditori, pentru „strînsa legătură dintre ipotezele cosmologice ale științei și cosmologia filosofică în tot ce poate avea ea mai neautonom și nedogmatic”. Cosmologia trebuie să fie atît un capitol al științelor particulare cît și o disciplină filosofică!

Pentru a cunoaște Universul „în ansamblul său”, cu maximă obiectivitate posibilă, nu numai că este necesară o confruntare între ipotezele cosmologice ale științei și cosmologia filosofică, dar experiența social-istorică umană — încă în mare măsură geocentristă — nu pare a fi suficientă în abordarea acestei chestiuni, deoarece Pămîntul, chiar și cu toată complexitatea structurilor sale și a dinamicii lui, nu oferă cosmologiei condițiile cele mai prielnice. Abia în secolul nostru știința, cu mijloace de investigație ultraspecializate, încearcă în domeniul cosmologic să-l debaraseze pe om de mentalitatea geocentristă: teoria relativității, cibernetica și teoria cuantelor! Dacă prima și a treia au pus în discuție nongeocentristă direcțiile de investigație a) Timpul și spațiul, și b) Structura „de ansamblu” și dinamica generală a Universului, în schimb cibernetica — prin încercarea de a introduce o viziune relativistă, nongeocentristă, și în biologie — are evidente implicații în direcția c) Viața și ființele gânditoare în Univers. Ernest H. Hutten, profesor la Universitatea din Londra, într-o lucrare de mare prestigiu, afirmă același lucru: „Cosmosul și particulele elementare reprezintă fără îndoială cele două frontiere principale, de mult stabilite. Ambele sînt determinate de dimensiune, și primele de care s-a ciocnit

fizicianul. În anii din urmă au apărut însă la orizont frontiere noi". Nu numai *dimensiunea spațială și temporală*, dar și *starea materiei în mișcare* îi impune cosmologului și fizicianului frontiere. Toate acestea sînt determinate de faptul că Pămîntul este o planetă, iar *starea de planetă este particulară în Univers* (evident, *nu singulară*) și, în consecință, *fenomenul social-uman corespunde acestei stări*. Planeta noastră nu oferă decît numai frînturi din cîmpul marilor deschideri actuale ale cercetării științifice și a reflexiei filosofice corespunzătoare, dacă ne referim la cosmologie: *macrocosmosul și microcosmosul*. Sînt deschideri necesare, dar nu și suficiente. Informații hotărîtoare despre esența existenței naturale, trebuie să obținem de la *Megacosmos*, acel domeniu al cunoașterii concrete care conține nu numai cele mai mari valori ale dimensiunilor spațiale și temporale investigate prin mijloacele științelor particulare, dar care include și forme ale materiei în mișcare la stări extreme: de densitate, de temperatură etc. Desigur că nu se pot face delimitări exacte între cele trei sfere ale cercetării — microcosmos, macrocosmos și megacosmos — ele nefiind concentrice ci într-o intersecție variabilă. Oricum, esențială în această discuție pare a fi *poziția omului și a societății umane în raport cu aceste domenii*, poziție determinată în primul rînd de condiții antropologice și sociale. Dacă luăm în considerare aprecierea cunoscutului cosmolog Fred Hoyle după care, în medie, materia unei galaxii echivalează cu 10 miliarde mase solare, dacă, de asemenea, luăm în considerare că cele mai multe stele sînt stelele de clasa spectrală M — roșii, pitice, puțin luminoase — (după O. Struwe, din 3 000 stele apropiate de Soare 2 900 sînt de clasa spectrală M), că masa medie a unor stele pitice roșii este 0,64 mase solare (după Lavrov) și, în plus, așa cum rezultă din considerațiile teoretice ale lui H.N. Russel, confirmate observațional (Dr. Luyten, G.M. Idlis), că corpurile cerești care au masa sub 0,04 mase solare sînt planete, asociînd fiecărei stele pitice-roșii cîte o planetă giganta (de 40 ori mai

masivă decât Jupiter, aceasta avînd masa de 0,001 din masa Soarelui), rezultă că într-o galaxie *substanța planetară* ar fi de 10%. Dacă însă fiecărei mase solare, într-o galaxie de masă medie, îi asociem cîte o planetă de 40 ori mai masivă decât Jupiter, calculele conduc la un procent de 4% pentru substanța planetară. Avînd în vedere estimările lui I.S. Sklovski și ale altor cercetători cu privire la substanța stelară și substanța difuză dintr-o galaxie, ajungem la următoarea distribuție medie într-un astfel de sistem cosmic, considerat ca unitate (punct material) sub aspect cosmologic:

87,0% *substanță stelară fierbinte*: cu temperaturi cîmpinse între 2500°K (suprafața stelelor roșii) și cîteva miliarde de grade Kelvin (interiorul stelelor neutro-nice etc.)

0,1% *substanță interstelară fierbinte*; cu temperaturi cuprinse între 8000°K și 10.000°K.

max. 10,0% *substanță planetară*; în medie la temperatura 273°K (=0°C)

2,9% *substanță interstelară foarte rece*; mai ales hidrogen la temperatura de cîteva grade Kelvin.

Întrebuîntînd termenul de *Metagalaxie* pentru ansamblul galaxiilor și sistemelor de galaxii identificate în prezent în Univers (nu există azi nici o dovadă convingătoare că Metagalaxia ar fi ea însăși un suprasistem cosmic, deși unii astromi susțin acest lucru printr-o extrapolare), adică într-un anumit sens pentru *universul astronomic actual*, putem trage concluzia, pe baza celor arătate mai sus, că cel puțin 90% din substanța Metagalaxiei se află într-o stare care nu corespunde unor condiții umane. Așadar *starea generală (normală) a universului astronomic actual și, foarte probabil, a Universului „în ansamblul său” corespunde unor condiții de existență nonumane!* Dar nu numai sub aspectul temperaturii, ci și al densității, al compoziției chimice (hidrogenul este cel mai abundent element în Galaxie!), al vitezei etc. Aceste situații corespund, aproape în totalitatea lor, condițiilor microcosmosului și megacosmosului; omul, ca *ființă macrocosmică*,

pentru a cunoaște deci Universul „în ansamblul său” trebuie să se servească de „transformatori” din punct de vedere practic-observațional și de „dicționare” din punctul de vedere teoretic-rațional. Or, greutatea constă în primul rând în realizarea practică a „transformatorilor” (aparatele de măsură pentru microcosmos și megacosmos), această realizare — părind cel puțin azi — a fi principial imposibilă dacă dorim rezultate absolut certe; avem aici în vedere *incertitudinile* de care s-a izbit Heisenberg în cunoașterea microcosmosului și Einstein în cunoașterea megacosmosului. În ceea ce privește „dicționarele”, acestea evident sînt necesare, dar și în principiu realizabile; de pildă Niels Bohr, avînd în vedere poziția macrocosmică a omului, susține că „oricît de mult ar depăși unele fenomene domeniul explicațiilor clasice ale fizicii, exprimarea tuturor rezultatelor trebuie făcută în termeni clasici”. Astfel, este greu a concepe că întreaga substanță echivalînd cu trei sau mai multe mase solare poate fi concentrată într-un volum de ordinul centimetrilor cubi (starea de „black-hole”); această afirmație însă este „traducerea” în termeni macrocosmici a unei stări frecvente în megacosmos, ea fiind doar un *suport intuitiv* al fenomenelor megacosmice. Este important de subliniat deci că, spre deosebire de macrocosmos (creierul omenesc este „modelat” pentru a funcționa în condiții macrocosmice!), megacosmosul și microcosmosul *comportă un mod de cunoaștere mai ales discursiv*. În aceasta rezidă și marea importanță pe care o are colaborarea dintre cosmologi și filosofi, dacă în ultimă instanță vrem să cunoaștem cît mai veridic posibil existența naturală nu numai la nivelul uman dar și la nivele nonumane.

Din datele cosmologiei se pot desprinde deja unele *atribute generale ale universului accesibil* pentru care nu există nici un motiv ca să nu poată fi extinse la Universul „în ansamblul său”. De asemenea, ele sînt comune tuturor teoriilor cosmologice actuale și primesc confirmarea tuturor rezultatelor observaționale. Aceste atribute se înscriu — în general — între limitele filosofiei materialist-dialectice. Proeminentă

între ele pare să fie *contradicția universală*, în opoziție cu *armonia universală* caracteristică cosmologiei antice. Existența contrariilor determină o anumită *simetrie*; distribuția contrariilor în cadrul simetriei poate defini anumite „stări de echilibru” pe care le denumim în mod curent *legi ale naturii*. Ele sînt, de fapt, *legi ale științei*! Privite astfel, legile Universului (astronomiei) nu mai pot fi considerate mărturii ale armoniei universale.

Pentru a fi rezolvate, problemele cosmologiei implică atît cunoașterea aspectelor particulare, proprii astronomiei, cît și a aspectelor generale, proprii filosofiei. De exemplu, proprietățile geometrice ale spațiului și proprietățile fizice ale materiei sînt cercetate de astronomie și fizică, adică de științe particulare; dimpotrivă, problema finitului și a infinitului sau problema raportului dintre *cunoașterea* Universului și *existența* sa sînt probleme filosofice, în fața cărora astronomul — de unul singur — este neputincios.

2. Salturile calitative ale cosmologiei

Nu pot fi abordate problemele cosmologiei fără riscul de a le „rezolva” într-o manieră îngustă și dogmatică, dacă nu avem în vedere *istorismul* concepțiilor despre Univers. În cosmologie, poate mai mult decît în marea majoritate a științelor naturii, *universul subiectiv* al cercetătorului are o influență determinanță asupra interpretării rezultatelor teoretice și observaționale. Apariția cosmologiei trebuie pusă în legătură cu aspecte social-economice și cu sistemul de gîndire caracteristice omului preistoric; căci prima cosmologie își are rădăcinile, fără îndoială, în epoca de piatră a dezvoltării societății omenești. Această tocmai pentru că rolul cosmologiei în ideologia societăților omenești a fost întotdeauna imens: *cosmologia asigură intuiției un suport concret — geometric, mecanic, fizic etc. — la nivelul megacosmosului, necesar efortului pe care îl depune subiectul cunoscător pentru a admite ca reală*

o anumită filosofie a Existenței. Deci sensul cel mai larg posibil al cosmologiei nu numai că include, ca parte integrantă, cercetarea astronomică, dar el face chiar și din întreaga știință un subsistem în structura ei. De aceea, supremul mesaj al cosmologiei actuale trebuie înțeles ca rezultatul unei extrem de complexe și firești dezvoltări social-istorice și nu numai ca efort al traiectoriei tehnologice pe care s-a înscris civilizația omenească în ultimele secole și, mai ales, în secolul al XX-lea. În această viziune apar ca evidente o serie de salturi calitative, proprii creșterii cosmologiei, corespunzătoare marilor ei etape de dezvoltare:

a) *Prima cosmologie*, ca sistem de idei privitoare la Existență, corespunde, după toate probabilitățile, epocii bronzului, în timp, și Sumerului — aflat în pragul sclavagismului —, în spațiu. Căci profesorul american S.N. Kramer, de la Universitatea din Pennsylvania, pe baza unor investigații autoritare conchide: „Avem destule temeiuri să presupunem că, în decursul mileniului al treilea înaintea erei noastre, a apărut un grup de gânditori și de profesori care, pentru a da un răspuns acestor probleme, au pus la punct o cosmologie și o teologie atât de inteligente și de convingătoare, încât au creat autoritate într-o mare parte a vechiului Orient Apropiat“. Dar și în Europa oamenii epocii bronzului aveau, cu siguranță, nu numai o mitologie a firmamentului dar și preocupări cosmologice din moment ce, de pildă, pe teritoriul Suediei, cercetătorul vest-german Rolf Müller semnalează mărturii ale mileniului I înaintea erei noastre cu „reprezentări ale Soarelui și stelelor dintre care cele mai multe sînt întîlnite în *asociație cu figuri de zei sau ambarcațiuni*.“ Dar și mai timpurie, epoca bronzului pe pămîntul României (1800 î.e.n. — 1200 î.e.n.) strălucește, din punctul de vedere al concepției cosmologice, prin abundența — ieșită din comunul european — a unui „motiv solar prin excelență“, după cum se exprimă profesorul Vladimir Dumitrescu în prestigioasa sa lucrare *Arta preistorică în România* (1974). În mai multe locuri din Europa, dar și la noi, s-au descoperit destule „care solare“,

trase de cai sau lebede, corespunzătoare epocii bronzului. Rolf Müller însă, aducând în discuție un monument arheologic descoperit în Danemarca și, considerându-l „stilp al Lumii“, adică „un mijloc de adorație și un semn al punctului de rotație al cerului“, se întreabă, de fapt, dacă nu cumva cosmologia a apărut încă în epoca de piatră. La noi, o construcție tot din epoca de piatră (cultura neolitică *Boian*, faza de tranziție, cultură despre care vom mai vorbi în cele ce urmează) — sanctuarul de la Căscioarele — „una dintre cele mai importante descoperiri din acest domeniu din preistoria europeană“ (Vladimir Dumitrescu), a fost interpretată în același sens de către etnologul Romulus Vulcănescu, susținând chiar — în cunoscuta-i monografie *Coloana Cerului* (1972) — că în acest sanctuar ar fi reprezentate „cele 7 astre simbolice ale cosmogoniei primitive“. Poate nu este o exagerare interpretarea dată, dacă avem în vedere că în Europa au fost atestate observații astronomice — prin existența unui sistem de notare exactă a fazelor Lunii — încă din paleoliticul mijlociu, „transmise“ pe bucăți din os, datând de acum 30 000 de ani. Rezultatul acesta, obținut de către un cercetător american, este citat și de către H. Friedman în lucrarea sa, *The Amazing Universe (Universul uluitor)*, apărută la Washington în 1975.

A venit deci timpul ca în cărțile de astronomie, înaintea capitolului despre astronomia Antichității și a concepțiilor antice despre Univers, să introducem un nou capitol cu privire la *astronomia preistorică și nașterea cosmologiei*. Pentru că, de fapt, în acest nou capitol ar fi locul să punem lucrurile de la început la punct și să explicăm în detaliu procesul complex de separare, din același mugur gnoseologic uman, a *astronomiei și cosmologiei științifice*, a *mitologiei astrale* — preluată sincretic de către religii — și a *astrologiei*. La baza acestei separări stă apariția *modului de gândire științific* paralel sau pe fondul *modului de gândire magic*. Cînd a avut loc această separare? Este o întrebare dificilă deoarece funcția practic-economică a astronomiei (nevoia orientării în

spațiu și în timp) s-a manifestat, după cum am văzut, încă cel puțin din paleoliticul mijlociu; urmărirea exactă a fazelor Lunii, de pildă, fiind strins legată de economia pescuitului, randamentul acestuia fiind diferit în nopțile cu luna plină în raport cu nopțile întunecoase când Luna nu se află pe cer. Réne Taton — autorul principal al volumelor *Istoria generală a științei*, tipărite și în limba română — consideră că „astronomia s-a perfecționat în neolitic, când practica agriculturii a făcut necesară împărțirea și previziunea timpului“, recunoscând deci că rădăcinile acestei științe trebuie să fie cu mult mai vechi. S-au, cum afirmă printr-o generalizare cunoscutul antropolog Claude Lévi Strauss: „Omul din neolitic sau din protoistorie este așadar moștenitorul unei lungi tradiții științifice“. Dar, în plus, cu privire la *sistemul de gândire* și, deci, de cunoaștere al omului din neolitic, împărtășim întru totul părerea acestui antropolog — practician și teoretician — conform căreia „între magie și știință deosebirea ar fi ... că una postulează un determinism global și integral, pe când cealaltă operează prin diferențierea nivelurilor, dintre care numai unele admit forme de determinism, considerate ca inaplicabile la celelalte niveluri“. Numai în acest spirit putem răspunde corect la întrebări cu privire la *locul astronomiei și cosmologiei primitive, al mitologiei astrale și al astrologiei în preistorie*. Am arătat la cel de al IX-lea Congres al Uniunii Internaționale de Științe Preistorice și Protoistorice, care a avut loc la Nisa în septembrie 1976, că la Cernica (lingă București — marginea Pădurii Căldăraru) răsăritul Soarelui era observat de către purtătorii fazei a I-a a culturii *Boian* încă acum peste 6 000 de ani, în cadrul unui ritual de înmormintare legat de o formă primară de cult solar*. Descoperită în anul 1961 de către regretatul arheolog și profesor Gheorghe Cantacuzino, necropola de la

* Ion Corvin Sîngeorzan, *L'orientation des tombes de la Nécropole néolithique de Cernica* (Orientarea mormintelor din necropola neolitică de la Cernica), Actes du IX^e Congrès de l'UISPP, Nice, 1976.

Cernica — amplasată pe marginea lacului cu același nume — se numără, după cum afirmă descoperitorul ei, printre necropolele neolitice „cele mai vaste și mai cuprinzătoare din Europa și din lume“, fiind, în același timp, unul dintre cele mai vechi cimitire preistorice cunoscute pînă astăzi. Printr-o serie de calcule astronomice confruntate cu măsurătorile efectuate pe teren, am dovedit că 314 dintr-un total de 327 schelete măsurate, adică 96,03% se încadrează între limitele riguroase de oscilație anuală a răsăritului Soarelui în azimut; se confirmă astfel că la Cernica în perioada cuprinsă între anii 4400 î.e.n. și 4200 î.e.n. se practica o formă de *magie solară*. Îngroparea morților se făcea dimineața în momentul solemn al răsăritului Soarelui, cadavrul fiind orientat în direcția astrului răsăritor în așa fel ca, la înhumarea sa, fața să-i fie luminată de Soare. Întrebarea însă pe care ne-o punem aici este următoarea: de ce la Cernica omul neoliticului admitea legături între cel mort și prezența Soarelui pe orizont, nu și într-o altă poziție pe bolta cerească sau, altfel spus, de ce înmormintările se făceau în momentul răsăritului Soarelui? Rezolvarea acestei probleme nu se poate face fără a lua în considerare condițiile antropologice și sociale ale omului din neolitic, precum și sistemul său posibil de gîndire legat, mai ales, de raportul dintre *magie* și *știință* în sensul lui C.L. Strauss arătat mai sus. Astfel răspunsul la întrebarea pusă constă în faptul că *Soarele, precum și alți aștri au la orizont o culoare predominant roșie și — admițînd un fetișism al culorii roșii în contextul unor ritualuri magice — se identifica culoarea roșie a Soarelui-răsare cu roșul singelui simbol al vieții*. Conceptul de simbol are aici înțelesul pe care îl dă Levy Bruhl: „Aborigenii consideră simbolul ca o realitate... convinși fiind că acționează asupra lucrurilor reprezentate prin aceste simboluri“. Se poate însă demonstra prin logică matematică că *venerarea Soarelui — în scop magic — conduce inevitabil și la cunoaștințe de astronomie*, atît de necesare neoliticului în scop practic-agrar. Demonstrarea afirmației

de mai sus se poate efectua de-a lungul a patru etape, după următoarea schemă:

I. Raportul dintre viață (V) și moarte (M) generează acțiuni magice (m): $V/M \rightarrow m$

II. Sistemul gândirii magice generează fetișismul culorii roșii (f^r) $m \rightarrow f^r$

III. Fetișismul culorii roșii generează, la rîndul său, o variantă posibilă și destul de probabilă ca acțiune magică, invocarea corpurilor cerești la orizont, unde sînt predominant-roșii ($\mp C^r$, unde semnul minus semnifică răsăritul și semnul plus apusul astrilor: 1. Soarele, 2. Luna, 3. Venus, 4. Marte, 5. Jupiter, 6. Sirius, 7. Mercur, 8. Canopus, 9. Saturn, 10. Vega etc.): $f^r \rightarrow (\mp C^r)_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots n$) La Cernica: $(--C^r)_1$

IV. Observarea îndelungată a acestor aștri — inițial în scopuri magice — generează, la rîndul ei, cunoștințe astronomice (k): $(\mp C^r)_i \rightarrow k$

Or, din această schemă, conform unei teoreme a logicii afirmative rezultă că:

$$V/M \rightarrow k$$

și, deci, teoretic ipoteza este demonstrată, adică preocupări legate de *cultul morților* — moartea fiind înțeleasă ca o altă stare a vieții — și practicarea în acest scop a unor *rituri magice*, pot genera, în anumite circumstanțe, cunoștințe științifice în general și de *astronomie* în special. Practic-aplicativ se confirmă documentar că toate fazele culturii Boian fetișizau culoarea roșie; uneori direct în legătură cu fenomenul morții. Din aceste cercetări, comunicate la Nisa în 1976, mai rezultă faptul că toți purtătorii culturii Boian, în toate fazele acestei culturi neolitice, practicau în mod incontestabil o anumită formă a magiei solare legată de înmormintări (deci nu numai la Cernica!). În localitatea Boian, două dintre scheletele umane descoperite, aparținînd fazei ultime a culturii Boian — faza de tranziție spre cultura Gumelnița (cultură în care motivele solare pe obiecte de cult sînt evidente!) —

respectă atât orientarea cu craniile lor spre Soare-răsare cât și faptul că la înhumare, după cum afirmă cercetătorul E. Comșa, „oamenii din faza de tranziție obișnuiau să vopsească cu culoare roșie fața bărbaților decedați înainte de a-i înmormînta“. Adică, în acest exemplu este documentat întregul șir de determinări logice arătat mai înainte (I — IV).

Ne-am oprit asupra culturii Boian pentru a demonstra că există toate motivele să susținem că încă în neolitic cunoștințele astronomice erau suficiente pentru apariția unui calendar solar, atât de necesar scopurilor agrare; ținînd însă seama de existența paralelă a unor forme incipiente de religie solară, nu este deci exagerat a susține că o anumită cosmologie era deja născută încă în epoca de piatră. Oare este întimplător faptul că purtătorii culturii Boian venerază așa de timpuriu Soarele? Nu cumva Cîmpia Română, de la nordul celui mai mare fluviu de pe continent și avînd ca frontieră naturală paralela de 45° poate fi numită semnificativ „Cîmpia europeană a Soarelui“? Pentru că, după cum se știe, atât Cîmpia Nilului cât și Cîmpia Mesopotamiei au creat, independent una de alta, religii solare în epoci istorice similare; dar și una și cealaltă au născut cîte o astronomie, o cosmologie și o mitologie specifice. În acest sens, rezultatele privind atestarea *magiei solare* pe pămîntul României încă în neolitic au o importanță și în legătură cu *geneza unor zei europeni*. Aplicînd metoda matematică în arheologie, prin calcule astronomice exacte confruntate cu măsurătorile de pe teren, profitînd desigur și de împrejurarea că cultura neolitică Boian ne oferă azi un bogat material documentar, am putut imprima rezultatelor cercetării un înalt grad de certitudine. Dacă Gheorghe Cantacuzino consideră că „prin aceste cercetări... sîntem îndrituiți a conchide că credințele populației neolitice de la Cernica admiteau legături între omul mort și Soarele răsăritor“, un alt specialist în materie, Mircea Petrescu-Dîmbovița, subliniază importanța europeană a faptului: „Cercetările au arătat că originile cultului solar din spațiul carpato-dunărean coboară, în timp, pînă

în neolitic, în vreme ce, în Grecia, acest cult, abia dacă este remarcat înainte de perioada mormintelor de la Micene". Se înțelege astfel de ce mai mulți autori cred că „originea lui Apollo este tracă și, potrivit legendei, s-a născut în ținuturile hyperboreene, la nordul Dunării de Jos". Dar Iordanes în „Getica" lui (553 e.n.) amintește și preocupările de practică astronomică efectivă pe care le aveau dacii sub Burebista și Deceneu. Credem că, în acest sens, discul solar din andezit de la Sarmizegetusa Regia constituie o mărturie în plus. În ceea ce privește *continuitatea în timp* a tuturor constatărilor existente azi în legătură cu apariția și evoluția religiei solare la nordul Dunării de Jos, se poate spune, așa cum afirmă etnologul Paul Petrescu, că tocmai „răspindirea semnelor solare pe întreg teritoriul românesc, într-o mare varietate de forme geometrice și, mai ales, în aproape toate domeniile artei populare, se explică prin continuitatea acestui străvechi fond tradițional".

Asemănări esențiale între cosmologiile arhaice pot fi semnalate, observînd de pildă că modelul biblic are la baza Chaosului originar *apa*, tot ca element material fundamental ca și modelul sumerian sau cel babilonean, deși nu reiese cu claritate dacă divinitatea, în acest caz, coexistă sau nu, în veșnicie cu Oceanul primordial, sau chiar se confundă cu el:

- „1. La început Dumnezeu a făcut cerurile și pămîntul.
2. Pămîntul era pustiu și gol; peste fața adîncului de ape era întuneric și Duhul lui Dumnezeu se mișca deasupra apelor.

.....

6. Dumnezeu a zis: «Să fie o întindere între ape, și ea să despartă apele de ape.»
7. Și Dumnezeu a făcut întinderea, și ea a despărțit apele care sînt dedesuptul întinderii de apele care sînt deasupra întinderii. Și așa a fost.” (Facerea, 1.)

Nu rezultă așadar din textul primei cărți a Bibliei că Lumea ar fi fost făcută „din nimic”; aceasta este o interpretare curentă, poate pentru a evita concluzia unui *suport material*.

inepuizabil al Existenței care, ca și în cazurile sumerian și babilonean, este concretizat prin *apă*. Desigur că admiterea unui Chaos primordial material și veșnic în trecut nu poate justifica — printr-o logică consecventă — un spirit universal nonmaterial ca factor prim și independent; se poate admite doar o coexistență, un dualism, între cele două principii fundamentale admise ca bază a Existenței: Materia și Spiritul. Observînd că elementul originar, etern, al cosmologiilor primitive îl constituie materia inepuizabilă, Mircea Eliade constată că *actul creației* nu este decît un *proces de transformare* a acestui element de la o stare neorganizată la starea de înaltă organizare și că, acest proces, gîdit în sensul unui „prototip ceresc”, este apoi *imitat* de oameni, în ritualurile lor sfînte, ori de cîte ori pe Terra ei creează (inaugurează, construiesc) opere desăvirșite: „Fiecare teritoriu, care se ocupă, afirmă Mircea Eliade pentru a fi locuit sau pentru a fi utilizat drept «spațiu de viață», este mai întîi trecut din «Chaos» în «Cosmos»; aceasta înseamnă că prin eficacitatea ritualului primește o «Formă», care o determină să fie *reală*. Realitatea se dovedește pentru mentalitatea arhaică ca putere, eficacitate și statornicie. De aceea *sacral* este... categoria absolută, comportînd eficacitate, aducînd și dînd obiectului durată. Nenumăratele acțiuni sfînte — pentru spații, obiecte, oameni, ș.a.m.d. — trădează adevărul adevărat cu privire la setea primitivilor pentru existență”. Repetarea presupusului act al creației prin ritualuri speciale, despre care scrie Mircea Eliade, explică și faptul că, de pildă, cum arată S.N. Kramer, „poetii sumerieni începeau de regulă povestirile lor epice printr-o scurtă expunere cosmologică, care nu avea legătură directă cu ansamblul operei”. Acest obicei se constată, după cum se știe, nu numai la sumerieni ci și la alte civilizații ale Antichității. Dar, mai mult! Autorul de origine română, citat mai sus, întrezărind rădăcinile preistorice ale primului

model de univers, bine conturat, din istoria Omenirii — *geocentrismul* — atrage însă atenția și asupra implicațiilor imense ale cosmologiilor arhaice în ceea ce privește un aspect particular al structurii social-economice caracteristică epocii timpurii a societății sclavagiste: „Dacă actul creației realizează trecerea de la ceea ce este nedezvăluit la dezvăluire sau, vorbind în termenii Cosmologiei, de la Chaos la Cosmos — afirmă Eliade —; dacă creația în întreaga ei întindere rezultă dintr-un «punct central»; dacă de aceea toate formele de apariție ale Existenței, ale nemiinței la fel cu ale ființei, vor răspunde fiecare în parte numai printr-un foarte special loc sfânt al Existenței — atunci ni se clarifică cel mai frumos simbolismul orașelor sfinte («centrele Lumii»)". Dar, în felul acesta am ajuns să depășim o primă etapă referitoare la *nașterea cosmologiei*, urmându-i o altă etapă, un salt calitativ în dezvoltarea complexei discipline. Asupra tuturor etapelor următoare vom insista însă cu mult mai puțin — definindu-le în treacăt — deoarece, spre deosebire de etapa genezei, toate celelalte au fost mult discutate în tot atit de multe lucrări apărute în ultimele decenii.

b) *Etapă „sistemelor Lumii"*, care reclama ca problemă centrală locul Terrei în Univers și, mai ales, — corespunzând nivelului general al științei pînă la Renaștere, dar și în cadrul acesteia — locul Pămîntului în sistemul solar. Pe un plan paralel această etapă a ridicat problema infinității Universului în timp și în spațiu. O palidă reminiscență a etapei „sistemelor Lumii" se resimte și azi, mai ales privind aspectele geocentriste ale modului nostru de gîndire.

Etapă „sistemelor Lumii" a lăsat pentru prima oară în istoria cosmologiei și a științei în general, lucrări de mare amploare și foarte bine conturate din punctul de vedere al definirii sistemului Lumii respectiv. Dacă, corespunzător primei etape, lucrări ca poemul sumerian *Ghilgameș*, *Enkidu* și *Infernul*, sau epopeea babiloneană a creării Lumii, *Enuma*

Eliș, datînd din prima parte a mileniului al II-lea î.e.n. și chiar o serie de texte aparținînd autorilor *Bibliei* (Moise, Isaia, Samuel etc.) prezintă numai fragmentar și destul de vag o problematică cosmologică, uneori chiar și aceasta fiind controversată de la un text la altul, în schimb lucrările corespunzătoare etapei „sistemelor Lumii” sînt adevărate opere științifice, în toată puterea cuvîntului. De pildă, *Megale Syntaxis* („Compunerea cea mare”) a lui Claudiu Ptolemeu, cunoscută sub numele *Almagest*, dat mai tirziu, și *Sfera* lui Johannes de Sacrobosco — pentru *sistemul geocentric* — sau *De Revolutionibus Orbium Coelesticum* („Despre revoluțiile orbitelor cerești”), celebra carte scrisă de Nicolae Copernic, *Astronomia nova* („Astronomia nouă”) a lui Johann Kepler și *Dialogo* („Dialoguri”) de Galileo Galilei — pentru *sistemul heliocentric*. Menționăm că, în acest sens, Muzeul astronomiei, din cadrul Observatorului astronomic de pe bulevardul Ana Ipătescu din București, dispune de un exemplar al lucrării celebre *Almagest*, editată în anul 1528 la Veneția și avînd textul în limba latină; de asemenea, mai dispune de un *manuscris latinesc* din anul 1665 unde sînt descrise, cu claritate, principalele „sisteme ale Lumii” care intrau în disputa cosmologică a secolului al XVII-lea.

c) *Etapa confruntării lumii fizice sub aspect spațio-temporal*, în care problema fundamentală se referă la *inepuizabilitatea Universului*. O latură specifică a acestei subtile problematice o constituie marea dispută cosmologică — speculativă — cu privire la finitatea sau infinitatea Universului. Reflexii la această problemă există din Antichitate (Democrit) și Renaștere (Giordano Bruno). Un aspect inedit îl întîlnim mai ales la începutul faimoasei dispute a „continuității” sau „discontinuității” materiei (Descartes — Newton), care admitea ipotetic ideea „impulsului inițial” al Universului. Problema devine esențial-speculativă (în sensul pozitiv al cuvîntului) odată cu „sistemul ideilor cosmologice” și

celebrele „antinomii“, ambele cuprinse în lucrarea capitală *Critica rațiunii pure* a lui Immanuel Kant. Aspecte privind rezolvarea, în fond, a acestei probleme o aduce — pe plan filosofic — materialismul-dialectic, iar — pe plan cosmologic — universalitatea legii conservării materiei și a mișcării, și, anumite aspecte, verificate, ale teoriei relativității.

c) *Etapa confruntării lumii fizice sub aspect structural* în care rolul principal și-l asumă modelarea Universului, ca mijloc „de laborator“ al cosmologiei. În momentul de față, discuțiile cele mai aprinse în cosmologie se referă la probleme structurale. Iată, de pildă, definiția dată de cosmologul sovietic V.L. Ghinzburg: „Cosmologia își propune să dea răspuns la întrebarea: care este *structura Universului «în ansamblu»* și cum evoluează el în timp. Alături de fizica particulelor elementare, ea face parte din direcțiile fundamentale ale științei contemporane“. Totuși, în problemele structurale se pare că, într-o formă „mască“, vor apare la un moment dat raporturi de tipul finit-infinit. Se ivește de exemplu întrebarea: Universul are o structură *primar-rațională*, sau anumite structuri ale sale *apar raționale*, ca fiind determinate de conjuncturi favorabile acestui fapt? Astfel, legile naturii; putem răspunde, de pildă, că *anumite* legi ale naturii apar raționale sau, mai exact, ele prezintă aspecte structurale *rațional-cibernetice*. Admițând al doilea punct de vedere, conform căruia anumite legi ale naturii (legile cu caracter relativ, deci limitate în timp și spațiu) sint rațional-cibernetice, ceea ce nu reclamă o perfecțiune absolută în manifestarea lor, le vom putea explica existența prin *unitatea dialectică dintre aspectul „termodinamic“ (destructiv) și aspectul „cibernetic“ (constructiv) a materiei în Univers*. Ceea ce este identic cu unitatea dialectică dintre structurile dezorganizate (haotice, nearmonice) și cele organizate (legice, armonice) ale lumii. Așadar, „începutul“ și „sfârșitul“ sistemelor, „finitul“ și „infinitul“, constituie unități dialectice.

3. Finit sau infinit?

Prima dificultate pe care o au oamenii de știință și filosofi atunci cînd se referă la problemele Universului constă în faptul că Cosmosul „în ansamblul lui” există, firește, într-un singur exemplar. Spre deosebire de planete, stele, galaxii etc., Universul este unic! A doua mare dificultate în rezolvarea definitivă a problemelor cosmologice constă în faptul că însăși existența noastră ca omenire și, mai ales, ca civilizație — cosmologic vorbind — este foarte scurtă, limitată. În raport cu *scara cosmologică* a timpului și spațiului, în care unitatea de timp trebuie să fie — în concepțiile actuale — *miliardul de ani*, iar unitatea de spațiu *miliardul de ani-lumină*, evident că durata civilizației omenesti (apreciînd-o, mai ales, față de trecutul ei, și putînd, aproximativ, reflecta și asupra viitorului acesteia), constituie, într-adevăr „o clipă suspendată”, apelînd la frumoasa expresie eminesciană. Totuși, chiar și în aceste condiții vitrege, în problemele cosmologiei s-a realizat mult. Să amintim aici principalele teze cu caracter filosofic care au fost — cu un grad destul de ridicat de probabilitate — puse în evidență de către cercetările de pînă în prezent:

1) Nașterea — într-un fel sau altul — a galaxiilor, procesul constatat al nașterii stelelor în cadrul asociațiilor, circuitul cantitativ și calitativ al materiei în macrocosmos (de pildă nașterea stelelor în sinul nebuloaselor, evoluția lor, și apoi, formarea unor noi nebuloase prin explozia stelelor în vîrstă), toate acestea atestă că Universul accesibil se află într-o stare dinamică. Se confirmă astfel în *Metagalaxie* acțiunea legii dezvoltării.

2) Exploziile constatate ale nucleelor unor galaxii — creînd aspectul unui cataclism macrocosmic local —, existența supernovelor și a novelor, punerea teoretică în evidență a fenomenului „prăbușirii gravitaționale” constituie argumente suficiente care atestată existența unor *forțe fizice* contrare — de amploare cosmică — care se confruntă reci-

proc, și astfel se confirmă că *la baza proceselor cosmice stă legea unității și luptei contrariilor*.

3) Interpretarea cea mai probabilă dată existenței „asociațiilor stelare”, constatarea unei mari diversități de tipuri stelare ca funcție de vîrsta cosmică a obiectelor respective, determinarea directă a vîrstei Soarelui (prin măsurarea raportului actual dintre hidrogen și heliu în interiorul acestei stele), dovedesc că stelele nu s-au născut toate odată, la un moment dat, ci procesul formării stelelor din materie difuză continuă și azi. Toate acestea, la care se adaugă constatarea unui circuit cantitativ și calitativ al materiei la nivelul Galaxiei și — foarte probabil — și la nivelul Metagalaxiei, confirmă că *în Metagalaxie acționează principiul conservării materiei și mișcării*.

4) Existența diferitelor tipuri de sisteme și corpuri cerești, de la Metagalaxie la sisteme stelare, nebuloase, stele, planete etc. atestă *în Univers diversitatea formelor de organizare a materiei*.

5) Toate teoriile cosmogonice moderne cu privire la formarea sistemului solar — indiferent de deosebirile dintre ele — sînt de acord în privința faptului că între Pămînt și restul sistemului solar există relații de ordin genetic. Analiza spectrală a tuturor tipurilor de corpuri cerești cunoscute în Metagalaxie dovedește stări fizice diferite ale materiei în mișcare, însă întotdeauna același tip de structură microcosmică, care este cunoscută în general la materia de pe Pămînt. Nu s-a putut pune în evidență, în Metagalaxie, starea de repaos absolut. Rezultă că *în Metagalaxie se confirmă o unitate materială*.

Toate tezele filosofice arătate mai sus primesc, așadar, din partea științelor particulare — a astronomiei mai ales — o confirmare *directă*. Există însă și situații în care confirmările directe sînt imposibile în cadrul unor științe particulare. Este cazul problemei finității sau infinității Universului. Infinitul este, în primul rînd, o categorie filosofică! De aceea, astronomul de pildă nu va putea niciodată să con-

firmă *direct* existența infinitului în Univers. Dar, într-un mod indirect, cosmologia ar putea să confirme *caracterul de infinitate* a Cosmosului.

Referitor la marile și fundamentalele probleme cosmologice, ne întrebăm, desigur, care ar fi cele mai semnificative argumente pe care le aduce azi știința în privința faptului că lumea nu a avut niciodată un „început” și de asemenea că întreg Universul nu va avea niciodată un „sfârșit”? Caracterul infinit în timp și spațiu al Universului se demonstrează, privit deocamdată numai la nivelul macrocosmic al științei actuale.

Iată câteva fapte științifice generale:

a) Valabilitatea legii conservării materiei și a mișcării la scara întregului Cosmos. Conform acestei legi, materia și mișcarea sint indestructibile, adică nu pot fi nici create „din nimic” și nici nu pot să dispară, fără urme, „în nimic”. Discuțiile din ultimele decenii s-au extins și asupra domeniului microcosmosului. Unii oameni de știință au ajuns la un moment dat să considere că, la nivelul microcosmosului, materia ar putea fi „creată” din nimic. Interpretarea se baza pe presupunerea că în microcosmos analiza statistică nu mai poate pune în evidență o legitate în ceea ce privește conservarea energiei. Totuși se pare că acest moment a fost depășit. Astfel, de exemplu, profesorul Ernst H. Hutten de la Universitatea din Londra afirmă că mișcarea neobișnuită a particulelor elementare reprezintă „... un fenomen statistic și, în condițiile unei repetări în serie mare și continuă, nu este încălcat principiul conservării energiei”.

b) Cunoscuta teorie a relativității este în consens cu punctul de vedere al filosofiei materialist-dialectice, când constată că materia și mișcarea nu pot exista independent, una fără alta. De asemenea, după cum s-a arătat, încă din timpul vieții marelui fizician Albert Einstein, cu ocazia unei eclipse totale de Soare, s-a verificat valabilitatea tezei relativiste după care spațiul este deformabil, în strinsă interdependență cu masa. O experiență celebră de fizică nucleară, realizată

de către un grup de fizicieni din diferite țări, experiență ce a avut loc în Elveția la începutul anului 1967, a verificat valabilitatea tezei relativiste cu privire la faptul că și timpul este deformabil, în strinsă legătură cu mișcarea. Acest lucru a fost demonstrat și cu ajutorul unor calculatoare electronice la centrul spațial Huston, cu prilejul istoricelor zboruri cosmice în jurul Lunii și pe Lună de către misiunile științifice „Apollo”. De asemenea, în 1972 astronomul Richard Keating și fizicianul Joseph Hafele au experimentat patru orologii atomice identice, de mare precizie, pornite în același moment, atât pe Pământ cât și amplasate la bordul unor avioane cu reacție care, rotindu-se în jurul Terrei, au pus se pare și ele în evidență fenomenul la care ne referim. Deformarea timpului a fost demonstrată astfel și prin procese macrocosmice. În ceea ce privește interdependența dintre materie și mișcare, aceasta este dovedită de altfel de către întreaga practică astronomică.

Este necesar să amintim câteva categorii fundamentale, pe care le întrebuințează astăzi știința și filosofia, pentru că să cunoască Universul. În primul rând, trebuie să atragem atenția asupra multitudinii categoriilor și aspectelor sub care privim Universul; evident că putem să-l privim sub aspect filosofic, fizic, geometric, sau sub aspect cosmologic. De aici se va naște un întreg tablou al problemelor pe care azi le întâlnim în cosmologie. Pentru că, dacă filosofia, pe de-o parte, tratează Universul în mod filosofic, adică într-un anumit sens, al generalului, dacă fizica privește Universul din punctul de vedere al unei științe particulare, numai între limitele legilor fizice, dacă geometria se ocupă în primul rând de problema structurii spațiului, cosmologiei îi revine rolul deosebit de a aduna din toate părțile aceste rezultate și de a trage concluzii referitoare la realitatea despre Universul în care ne găsim. Așadar, putem să spunem că confruntăm, în ceea ce privește Universul, în primul rând categorii filosofice cu categorii fizice, geometrice, precum și cu alte categorii, speciale, pe care să le numim categorii cosmologice.

Acestea ar fi principalele tipuri de categorii pe care le întrebuințează specialiștii în problema Universului. Dar, în cadrul categoriilor filosofice, există și aici două grupe: ontologice și gnoseologice. Ontologice, adică categorii filosofice care se referă la problema existenței în sine a Universului și, categorii gnoseologice, care pun problema raportului între ceea ce putem să cunoaștem noi și realitatea obiectivă. Putem să cunoaștem această realitate în toată intimitatea ei? Sau totuși, gîndirea, prin chiar limitele naturale pe care le are, adică creierul nostru — pentru că, la urma urmei, este o problemă legată de structura creierului — nu are posibilitatea să pătrundă în toată adîncimea acestei probleme sau nu poate să reflecte exact, prin diferitele modalități de care dispune, realitatea obiectivă?

Problema cunoașterii este o problemă atît de complexă, încît de ea s-au ocupat și gînditorii antici, precum și cei din perioada Renașterii; dar, mai ales în momentul de față, atît curentele idealiste cît și curentele materialiste tratează într-un fel sau altul această problemă. Deci cunoașterea „în sine” și „totală” a Lumii este în primul rînd o problemă filosofică și, cu atît mai mult, ea afectează și chestiunile de cosmologie, avînd însă o sferă mai largă decît sfera problemelor cosmologice propriu-zise.

Complexitatea modului de cunoaștere a Universului obligă la *consecvența limbajului*. Dacă limbajul oamenilor de știință și al filosofilor nu este același, adică dacă fiecare prin una și aceeași categorie înțelege altceva (de exemplu prin categoria de *materie*), desigur că concluziile rezultate privind cunoașterea Universului pot fi eronate. Confruntarea, mai întîi, a diverselor tipuri de categorii, în scopul folosirii aceleiași limbaj, precum și asigurarea consecvenței lui, este una dintre condițiile de bază ale succesului deplin al cosmologiei. Prin succes deplin al cosmologiei trebuie să se înțeleagă *o identitate între aspectul final al cunoașterii cosmologice și Lumea reală*. În plus, *rezultatul ultim al cosmologiei trebuie să con-*

fiind valoare umană. Confruntarea la care ne-am referit poate începe, în cel mai firesc mod de abordare a problematicii cosmologice, de la cea mai cuprinzătoare noțiune a filosofiei și a gândirii umane în general: *existența*. Ea constituie în același timp categoria centrală a *Ontologiei* („ontos” — ființă existentă). Latura pozitivă a existenței este faptul că ea constituie categoria filosofică cu cele mai multe dimensiuni, dar aspectul ei negativ este că definește categoria filosofică cea mai săracă în conținut. Oricum, în cadrul existenței poate fi deosebi observată *simetria*, adică proprietatea subansamblelor existenței de a fi alcătuite din elemente reciproc corepondente și de a prezenta, pe această bază, anumite regularități (proporționalitate, concordanță, distribuție egală, corespondență exactă etc.). Așadar, laturile simetriei sînt în *contradicție*. Dacă laturile contradictorii sînt în cel mai înalt grad de opoziție posibil și, totodată, se presupun reciproc, atunci putem defini calitatea de *polaritate*. În acest caz distingem o varietate care putem să o denumim *simetrie polară*.

Considerînd că omul este un tip de ființă rațională, în raport cu ființa rațională, existența comportă următoarea simetrie:

existență interioară — existență exterioară

existența interioară definind *subiectul*, în vreme ce existenței exterioare (în raport cu ființa rațională) îi corespunde *obiectul*. De aici, deci, noi simetrii (exemplu simetria *subiect — obiect*), deoarece raporturile dintre simetrii pot genera, la rîndul lor, alte simetrii. Trebuie însă precizat că laturile unei simetrii se raportează întotdeauna la un *centru de simetrie*. Așadar orice simetrie trebuie să definească un *sistem de referință*. Legăturile posibile dintre sistemele de referință pot și ele genera noi simetrii. Toate acestea contribuie la complexitatea sistemelor constatate în discuțiile filosofice, cosmologice etc. Revenind la categoria de existență, trebuie să observăm că simetria *subiect — obiect* generează, la rîndul ei,

simetrie de mare importanță pentru înțelegerea profundă a problematicei cosmologiei și anume simetria

idealitate — realitate

ea putând fi considerată ca sinonimă simetriei

perfectiune — imperfectiune.

Deci distingem o serie de simetrii pe care le numim *simetrii fundamentale*, iar altele, generate de primele, constituie *simetrii derivate*. Putem, în acest context, să înțelegem mai bine anumite aspecte legate de *Ontologie* (teoria generală a existenței) și de *Gnoseologie* (teoria generală a cunoașterii). Dacă în cărțile de filosofie citim că Ontologia este „acel domeniu al reflecției filosofice care-și propune surprinderea fundamentelor existenței, care formulează *supoziții asupra esenței universului cosmico-social-uman* și încearcă delimitarea și clasificarea nivelurilor și modurilor fundamentale de manifestare ale acesteia” rezultă cu claritate că în simetria *subiect—obiect* există sensuri opuse între laturi, atunci când această simetrie o raportăm la ontologie pe de o parte și la gnoseologie pe de altă parte:

Ontologie: obiect → subiect

Gnoseologie: subiect → obiect

De aici rezultă, desigur, o varietate întreagă de sisteme de referință cu privire la simetria *subiect—obiect*, care în general corespund diverselor *curențe filosofice*, și se caracterizează fiecare în parte printr-o anumită *orientare ontologică*. De exemplu în orientarea ontologică *naturalist-științifică* (Albert Einstein etc.) accentul cade pe *existența naturală* — cosmică — și, de aceea, se emit judecăți de valoare mai ales în legătură cu simetria *idealitate — realitate*, citată mai sus, dar înțeleasă într-o anumită manieră specifică. Având în vedere că ontologia formulează *supoziții asupra esenței existenței*, în această împrejurare devine deosebit de importantă următoarea simetrie:

materie — conștiință.

Se știe că raportul dintre laturile acestei simetrii definește ceea ce se numește *concepție filosofică*. Sau, altfel spus, tipul de soluție în care s-a angajat un gânditor în ontologie, adică modalitatea în care el rezolvă *problema fundamentală a filosofiei* — problema raportului dintre materie și conștiință — este tocmai concepția filosofică a gânditorului respectiv. Or, dacă combinăm între ele două dintre simetriile citate mai sus, simetria *realitate—idealitate* cu simetria *obiect—subiect*, obținem următoarele produse care, fiecare în parte, după cum se arată în partea dreaptă a egalității, desemnează cîte o categorie filosofică bine precizată în cadrul unui anumit *sistem filosofic*:

realitate obiectivă = *materia*, categorie filosofică care exprimă *factorul prim* al sistemului materialist dialectic;

realitate subiectivă = *conștiința individuală*, categorie filosofică care, în cadrul sistemului materialist dialectic, exprimă un *factor derivat*, produs al materiei superior organizate;

idealitate obiectivă = *conștiința universală*, categorie aparținind unor sisteme filosofice, printre care nu se numără materialismul dialectic;

idealitate subiectivă = *lumea ideilor*, care poate fi considerată ca aspect al conștiinței individuale.

Este foarte important ca în abordările cosmologice să se țină seama de aceste produse, precum și de altele de acest fel, pentru a asigura pe deplin consecvența limbajului atît de necesară interpretării exacte a rezultatelor și, în consecință, evitării confuziilor ideologice. Amintim aici că prin *sistem filosofic* se înțelege o unitate de *concepție* și de *metodă*, părțile constitutive ale acestuia trebuind să fie coerente și reciproc logic-consistente. De exemplu, prin sistemul materialist dialectic se înțelege unitatea dintre concepția filosofică materialistă și metoda dialectică de cunoaștere a existenței, adică teoria generală a principiilor *devenirii* Universului.

În ceea ce privește *categoria de materie* trebuie să subliniem că în cosmologie ea este privită mai ales din punct

de vedere filosofic, ca esență a existenței. Desigur că acest lucru se aplică rezultatelor celor mai generale ale cosmologiei; în mod curent însă cosmologii operează cu *forme ale materiei*, distingând structuri fizice, geometrice etc. ale aceleiași materii. Tocmai trecerea de la aspectul particular la cel filosofic, general, determină deseori inconsecvențe care pot introduce erori în interpretarea rezultatelor generale. Astfel, înțelegând prin materie *categoria filosofică care se caracterizează prin ineputizabilitate, fiind, în general, inconștientă de sine*, în cazul în care acestui concept, în trecerea de la particular la general în cadrul procesului cunoașterii nu i se mai asociază, de pildă, calitatea de ineputizabilitate (teoria *big-bang* cu o unică „singularitate“), în mod necesar se va produce o *mutație de la un sistem filosofic la altul* și, deci, rezultatul va fi afectat de o inconsecvență logică, iar conceptul de materie în final nu mai constituie o categorie filosofică de bază. De fapt, după cum rezultă din cele arătate până acum, *aspectele ontologice ale cosmologiei nu pot în nici un fel să fie afectate de către rezultatele concrete ale cercetării, decât numai dacă, pe parcurs, intervin inconsecvențe logice*. În sensul acesta pledează și *teoria parametrilor „ascunși“*, pe care o susțin în prezent mulți oameni de știință care au în vedere problematica *epistemologiei* (teoria cunoașterii științifice). Conform acesteia, structurile apriorice conținute în construcția fizicii — așa-numiții parametri „ascunși“ — nu pot fi combătute prin experiențe de fizică. Astfel, Peter Mittelstaedt, profesor de fizică teoretică la Universitatea din Köln, în valoroasa sa lucrare *Probleme filosofice ale fizicii moderne* scrie: „Mijloacele prin care natura este cunoscută nu sînt decît părți ale acestei naturi. Legile fizicii sînt în același timp legile aparatelor de măsură și, astfel, condițiile fizice, în care într-adevăr pot fi obținute rezultate experimentale. Influența pe care o exercită aceste legi de la bun început asupra structurii rezultatelor măsurătorii trebuie să fie de acum conținută în legile respective, deoarece ele sînt valabile în același timp pentru rezultatele măsurărilor înșile“.

Revenind asupra simetriilor din filosofie, adăugăm că opus categoriei de materie, filosofii stabilesc și categoria simetrică, pe care o denumesc non-materie. Nu însă de dragul de a face un joc de cuvinte. Non-materie în terminologia curentă ar însemna „nimic”. În cazul materialismului dialectic, non-materia exprimă faptul că, într-adevăr, în afara materiei nu mai există nimic. Pentru alte orientări filosofice însă, non-materia poate însemna „conștiință universală”; deci în scopul înțelegerii exacte a lucrurilor are un sens a lua în considerare simetria dintre materie și non-materie.

A doua categorie filosofică importantă este *categoria de mișcare*. Acestei categorii îi putem asocia o simetrică; categoria de non-mișcare, sau categoria de repaus. Bineînțeles că nu ne referim aici la un repaus relativ, ci este vorba de repausul absolut. La fel, *categoria de spațiu* (înțeles la nivel macrocosmic), la care găsim un simetric și anume a-spațiu sau non-spațiu, semnificând ceva fără spațiu. *Categoria de timp* (la fel, înțeleasă la nivel macrocosmic), cu simetricul său a-timp sau non-timp. Să nu uităm în orice moment că aici discutăm, deocamdată, în cadrul filosofiei; atunci când spunem a-timp, ne gândim la un univers, la o lume, în care nu mai există timpul. De exemplu, Immanuel Kant considera că timpul este subiectiv, deci că el-nu există în realitatea obiectivă și, conform lui Kant, timpul fiind o formă apriorică a intuiției, avea deci sensul a-timpului, în raport cu realitatea obiectivă.

Acestea ar fi pe scurt principalele *categorii filosofice* cu care operăm atunci când punem problemele cosmologiei.

Categoriile fizice: în cadrul categoriilor fizice, considerăm în primul rând categoria de *substanță* și simetricul acesteia, *antisubstanța* sau, după expresia obișnuită (mai puțin corectă), *antimateria*. Este una dintre principalele categorii fizice. O altă categorie este aceea de *cîmp*, la care putem să asociem un *anti-cîmp*, din motive de simetrie, cu toate că în momentul de față nu putem ști exact ce se înțelege prin anti-cîmp, adică neexistența cîmpului. Ca variante ale cate-

goriei cimp, trebuie să amintim în primul rând cimpul gravitațional, care este deosebit de important în problemele cosmologice. Dar și cimpul electromagnetic. Tot în cadrul categoriilor fizice este foarte important să amintim de *timpul fizic* , ca să-l deosebim de timpul filosofic; în cadrul timpului fizic, putem stabili, de asemenea, un simetric *anti-timp fizic* . Anti-timpul fizic există numai în cazul că timpul ar avea proprietatea de reversibilitate. La un anti-timp fizic, de pildă, se pot referi unele modele cosmologice.

Categoriile geometrice cu care operăm în cosmologie se referă desigur în primul rând la problemele spațiale: aspectul geometric, de pildă, al spațiului fizic. Spațiul fizic este deci și o categorie geometrică. Acest spațiu fizic știm că-l putem divide în două mari categorii: *spațiul euclidian* și *spațiile neeuclidiene* . În problemele de spațiu intervine și noțiunea de *metrică a spațiului* . Metrica este categoria geometrică care ne definește curbura spațiului. Un spațiu cu curbură pozitivă este, de exemplu, un spațiu eliptic, sau un spațiu sferic, cum ar fi spațiul sferic al lui Riemann din cadrul geometriei riemanniene. O metrică cu curbură nulă, sau curbură zero, se reduce la un spațiu euclidian, în care, de exemplu, drumul cel mai scurt între două puncte este o linie dreaptă; în timp ce în geometriile neeuclidiene, după cum se știe, drumul cel mai scurt între două puncte este o linie curbă, fie cu curbură pozitivă, fie cu o curbură negativă, deci fie o curbă închisă, cum ar fi elipsa sau cercul, fie o curbă deschisă cum ar fi parabola sau hiperbola. Metrica spațială așadar mai definește și spații neeuclidiene cu curbură negativă, cum ar fi spațiul parabolic și spațiul hiperbolic, în care *geodezicele* , adică curbele caracteristice acestor spații, sînt fie arce de parabolă, fie arce de hiperbolă.

Am amintit astfel cîteva dintre categoriile geometrice cu care operăm în problemele cosmologice. A rămas acum să ne ocupăm pe scurt și de categoriile cosmologice care sînt, în fond, proprii cosmologiei. *Categoriile cosmologice* ce inter-

vin în problemele Universului sînt categoriile care ne dau și ele posibilitatea, alături de toate celelalte categorii, — filosofice, fizice, geometrice —, să stabilim unul sau altul dintre *modelele cosmologice*. Prin categoriile cosmologice remarcăm aspectele de *staționar și nestaționar*. Prin staționar înțelegem un Univers în care structura „de ansamblu“ a acestuia rămîne aceeași în decursul timpului. Putem, mai mult, să spunem că în modelul staționar rămîn valabile aceleași legi fizice, în vreme ce în modelele nestaționare este posibil ca legile să se schimbe de la o situație la alta. Problemele se complică din ce în ce mai mult cu cît ajungem la categoriile specifice cosmologiei. Aspectele de *omogen* (omogenitate) și *neomogen* intră în același cadru al categoriilor cosmologice. Universul este omogen cînd densitatea materiei, în fiecare punct al Universului, este în general aceeași, adică dacă peste tot găsim — la nivel cosmologic — aceeași cantitate de materie pe unitatea de volum. Universul va fi neomogen cînd, în diversele puncte ale lui vom găsi diferite densități. În sfîrșit, mai amintim aici și categoria de *izotrop*, cu simetricul ei *neizotrop*. Universul este izotrop cînd în fiecare punct din Univers există aceleași proprietăți fizice, adică acționează aceleași legi fizice. De exemplu, dacă peste tot în Univers acționează legea gravitației, în acest caz ea va fi într-adevăr universală, și atunci am putea-o considera și ca lege filosofică, deoarece ar însemna că materia însăși are o proprietate în plus, proprietate pe care o numim gravitație. La ora actuală, nu putem însă să considerăm acest lucru. Dacă în diverse locuri din Univers acționează diverse legi fizice, atunci Universul este neizotrop. Cele spuse pînă aici sînt de fapt numai cîteva dintre noțiunile principale cu care operează cosmologul.

Ne putem acum întrucîtva imagina cît de complexă este problema structurii reale a Universului. Un model cosmologic poate să conțină diverse combinații ale categoriilor citate mai sus. De exemplu un model cosmologic poate să fie finit sau infinit, operînd astfel cu categoria de spațiu sub aspect filosofic. Dacă are întindere finită în spațiu, adică nu se

întinde peste tot, el are margini și un centru; dacă este infinit, este fără margini și fără centru. Un model, de pildă, poate să fie caracterizat printr-un univers omogen, neeuclidian, neizotrop și poate să fie format din substanță și anti-substanță, sau poate să fie format numai din substanță. Toate aceste categorii combinate de diverși cosmologi au dat o multitudine de sisteme cosmologice, adică într-un fel au complicat în așa măsură situația, încît astăzi este destul de greu să te descurci în toate problemele cosmologiei.

Aceasta nu înseamnă că soluțiile finale nu se speră a fi date în cele din urmă; în momentul de față sîntem încă în faza căutărilor, cînd avem construite foarte multe modele de univers. Se pune problema să dovedim care din aceste modele este cel mai apropiat de realitatea obiectivă. Dar și în aceasta rezidă o mare problemă, adică în fond aceea a raportului dintre cosmologie și filosofie. Mai întîi, însă vom analiza cîteva modele de univers.

Cel mai simplu model de univers este *modelul S.O.E.* adică modelul care consideră universul staționar, omogen și euclidian. Este modelul la care în orice moment al timpului există aceeași situație „în ansamblul” universului. Nu se schimbă „în ansamblu” nimic, adică totul este staționar. În acest univers, nu există concentrări de materie, ci „în medie” materia este omogenă. Fără discuție că aici are o mare importanță *scara* la care ne referim. Sigur că noi constatăm existența stelelor, constatăm că există galaxii — lucrul acesta este în afara oricărei discuții — deci concentrări de materie există și în cadrul modelului S.O.E., dar un model cosmologic trebuie să fie considerat la o scară foarte mare: galaxiile care, evident, sînt concentrări de materie, la scară cosmologică ele sînt entități foarte mici. Distanțele între galaxii reprezintă niște spații minuscule — la scara Universului — în așa fel încît considerăm aici o scară suficient de mare ca să putem opera în probleme cosmologice. Deci, altfel spus, putem presupune că galaxiile reprezintă, într-un model cosmolo-

gic, pur și simplu puncte, puncte geometrice să spunem; în cazul acesta, cu toate că o galaxie are o structură foarte complexă, și densitatea amestecului de materie stelară și difuză în galaxia respectivă este mai mare sau mai mică într-un loc sau altul, totuși, în afara galaxiilor, și într-un spațiu care cuprinde, să spunem, un miliard de galaxii, modelul S.O.E. consideră că „în mare” distribuția galaxiilor este omogenă. Geometria modelului S.O.E. este o geometrie euclidiană, deci putem să-i aplicăm foarte bine toate regulile acestei geometrii. Dar, dacă modelului S.O.E. îi vom aplica categorii de ordin filosofic, vom constata că el poate să fie caracterizat printr-un timp finit sau un timp infinit, de asemenea printr-un spațiu finit sau un spațiu infinit; așadar problema se complică foarte mult, mai ales dacă la categoriile fundamentale cosmologice adăugăm categorii filosofice. Adică una este ca acest model să existe finit în timp, universul respectiv să aibă „început” și „sfârșit” —, și alta este ca să considerăm în acest model timpul infinit. Dar putem a ne imagina un model S.O.E. în care nu există timp până la un moment dat. Au existat modele speculative de acest fel, de exemplu modelul lui Eugen Dühring. Până la un moment dat, conform lui Dühring, nu exista timpul, deși materia era veșnică, apoi într-un fel timpul „se naștea”, începea să „curgă”; materia începea astfel să se miște, pentru că dacă nu există timp nu există nici mișcare, conform acestui model. După aceea, într-un alt moment, timpul — în modelul citat — iar dispărea. Eminescu, influențat de modelul lui Dühring, a găsit în *Scrisoarea I* o expresie foarte interesantă, caracterizînd modelul acestui univers ca „o clipă suspendată”, adică înaintea acestei clipe și după ea timpul nu exista. Timpul există deci — conform exemplului dat — numai între anumite limite; era un model cosmologic complex, o variantă, spunem azi, care are la bază modelul S.O.E. Așadar, dacă definim din punct de vedere cosmologic un model staționar, omogen și euclidian de pildă, din punct de vedere filosofic avem latitudinea să modificăm și să operăm cum vrem cu

acest model. Deci, un model cosmologic fundamental poate să dea naștere la foarte multe modele cosmologice derivate, care tratează sub diverse aspecte problema filosofică a modelului fundamental. Acesta poate să fie finit sau infinit în timp, poate să existe în „afara” timpului pînă la un moment dat, sau poate să existe „în afara” timpului în mod permanent, cum ar fi, de pildă, un model care are la bază timpul în concepția lui Kant. Poate să existe, de asemenea, un spațiu limitat sau un spațiu nelimitat, poate să nu existe deloc spațiu; cel mai simplu model fundamental, S.O.E., poate să dea, ținînd seama de alte categorii decît cele cosmologice, o serie specifică de variante.

4. Alte modele de univers

În secolul nostru s-a dezvoltat, în mod deosebit, problema „modelării” Universului. Cu alte cuvinte, se caută „modelul de univers” care se potrivește cel mai bine realității. Este o metodă de lucru în cadrul cosmologiei. La începutul secolului al XX-lea, a apărut modelul S.O.E. Acest model presupunea după cum am spus că Universul este „în ansamblul său” invariabil în timp (staționar), că materia în Univers este răspîdită în mod uniform (omogen), iar structura spațiului corespunde geometriei euclidiene (euclidian). S-a ajuns însă la concluzia că modelul S.O.E. nu pare a corespunde realității. Modelul S.O.E. reprezintă probabil încă un mod geocentrist de a privi lucrurile, în sensul că oamenii de știință extrapolează legile fizicii valabile la scara Pămîntului, extinzîndu-le pentru întregul Univers. Teoria relativității, mult mai generală decît mecanica și fizica clasică (newtoniană), oferea un punct de vedere nou. Astfel s-au născut modelele de univers în care structura spațiului era considerată corespunzătoare unei geometrii neeuclidiene (Lobacevski, Bolyai, Gauss, Riemann ș.a.), după cum cerea teoria relativității. Amintim modelul „Einstein — de Sit-

ter“ (conceput în anul 1917), în care Universul este imaginat a fi staționar, omogen și neeuclidian. Acesta, cunoscut și sub numele de „universul curb“ al lui Einstein, conducea spre un caracter finit al volumului său. De aici au urmat și unele interpretări vremelnice, care absolutizau fără temei acest model. S-a dovedit însă că „universul curb“ era doar un model de lucru în cadrul cosmologiei; și el, ca și modelul S.O.E., nu putea corespunde din multe motive realității. În 1922, omul de știință sovietic A.A. Fridman a început să elaboreze mai multe modele de univers nestacionare. Acestea puneau în evidență fenomenul „expansiunii“, căruia ulterior, în 1934, i s-a stabilit, după cum am arătat, o legitate convențională, prin relația lui Hubble. În anul 1948, împotriva cosmologiei nestacionare a lui Fridman, s-a propus, de către australianul Fred Hoyle, un model staționar, în condițiile existenței fenomenului expansiunii Universului. Conform concepției lui Fred Hoyle, substanța din Univers nu se naște din „nimic“, cum au interpretat anumiți filosofi, ci dintr-un cîmp ipotetic, conceput ca *material*, denumit de el „cîmpul C“. De pildă, prin „creare“ Hoyle nu înțelegea un fapt mistic, ci procesul de transformare a cîmpului C în substanță, adică un proces fizic. „Momentul particulei (particulelor) create — scrie F. Hoyle — este egal cu cel posedat de cîmpul C, astfel că momentul și energia se conservă integral în procesul creării, ceea ce, de altfel, are loc și în procesul corespunzător al anihilării.“ Azi există și alte modele de univers propuse de cosmologie. Ele pot fi desigur valabile, fiecare *local*, adică pentru anumite părți ale Universului.

După părerea noastră, în „ansamblul“ său Universul trebuie să aibă un caracter diversificat, am înclina să spunem că are un caracter „haotic“, deși fiecare regiune în parte s-ar comporta conform unui anumit model. Raportul dintre caracterul „haotic“ de ansamblu și caracterul „organizat“ al părților (reprezentate fiecare în parte printr-un anumit model cosmologic) corespunde, de fapt, raportului dintre infinit și

finit. „Mi se pare că dacă am încerca să caracterizăm în două cuvinte ideea care începe să se formeze în ultimii ani, pe baza datelor celor mai noi despre repartiția Galaxiei — serie academicianul Viktor Ambartsumian, descoperitorul asociațiilor stelare — cea mai reușită expresie ar fi *«extremă neomogenitate»* [...] În aceste condiții, orice studiere teoretică a proprietăților Metagalaxiei pe baza presupunerii unei densități omogene trebuie să ducă la concluzii greșite (1957).“

Este în fond vorba de structura Universului luat ca întreg. Reprezintă acesta un Univers static, care în ansamblul lui să păstreze aceeași structură, sau ne desfășurăm existența noastră paralel cu o veșnică schimbare și transformare structurală a unui Univers dinamic? Dacă Universul ar fi static, cercetările astronomice ar trebui să constate o repartizare uniformă a materiei cosmice în tot cuprinsul spațiului. Concluziile însă par a fi departe de această presupunere; fapte astronomice incontestabile atestă în prezent permanenta mișcare a materiei și a formațiunilor cosmice cele mai diverse. Expansiunea Metagalaxiei — dacă este reală — confirmă și ea starea dinamică a Universului. După cum vom vedea, se pare că unele interpretări actuale ale gurilor, precum și alte constatări ridică obiecții privitoare la generalitatea fenomenului expansiunii Metagalaxiei. Viitorul va stabili desigur dacă fenomenul expansiunii există realmente și dacă el se extinde și dincolo de limitele Metagalaxiei, care, de fapt, reprezintă azi cea mai mare formațiune cosmică cercetată. Poate că alte metagalaxii — presupunând că materia altor regiuni ale Universului ar fi organizată în formațiuni cosmice similare — sînt supuse contracției și nu dilatării. În acest fel, părți foarte mari ale Universului ar manifesta o stare permanentă de pulsație. Este cunoscută ipoteza Universului oscilatoriu sau în pulsație. Concluziile unor cercetători conduc, de exemplu, spre un ciclu pulsator de circa 80 miliarde de ani în regiunea Metagalaxiei. Așadar, conform acestor păreri, înaintea noastră cu circa 11 miliarde de ani, materia Metagalaxiei ar fi fost concentrată

într-un sistem cosmic superdens, care a determinat, printr-o presupusă, explozie (fenomenul „Big-bang”) expansiunea actuală. Dilatarea observată în Metagalaxie s-ar încheia după scurgerea a încă 69 miliarde de ani. Datorită puternicelor forțe gravitaționale, un proces de prăbușire ar reface nucleul cosmic superdens, după care ar începe un nou ciclu de 80 miliarde de ani, procesul perpetuându-se la nesfârșit. Desigur că acest punct de vedere este interesant. Deocamdată însă ipoteza aceasta este numai principal luată în considerare.

Legat, de asemenea, de tot ceea ce s-a relatat până aici, trebuie să mai adăugăm — foarte pe scurt — că în ultimul timp se vorbește mult în lumea cosmologilor de punerea în evidență a unei „radiații remanente” de pe vremea eventualei explozii inițiale (Big-bang). Ea ar corespunde valorii de $2,7^{\circ}\text{K}$ (sau, aproximativ, unei temperaturi absolute de 3 grade Kelvin). Această radiație ar aduce — potrivit unor opinii — o dovadă în plus privind „nașterea” Universului printr-o explozie unică. La fel, se presupune că „astronomia neutrinică” ar putea veni în ajutor, pentru a cunoaște unele detalii legate chiar de „primele momente” ale genezei Lumii. Trebuie să subliniem că toate aceste argumente — chiar și punerea în evidență a mult discutatei radiații de fond corespunzând temperaturii de $2,7^{\circ}\text{K}$ — pot pleda desigur în favoarea caracterului exploziv, contradictoriu, al unor procese cosmice, dar ele par insuficiente pentru o extrapolare la dimensiunile ansamblului Universului. Este ca și cum într-o încăpere am constata, prin măsurători exacte, o aceeași temperatură în toate direcțiile; acest lucru însă nu poate justifica faptul că „afară”, dincolo de pereții încăperii respective temperatura ar continua să fie la fel. Adică, un fond continuu de radiații ar putea fi legat de propria noastră Galaxie sau de supergalaxia din care facem parte și nimic deocamdată nu ne poate întări convingerea că ar fi vorba de fenomene absolut universale; cu atât mai mult, dacă avem

în vedere faptul că un univers, gândit într-o geometrie neeuclidiană, ne-ar fixa și un fel de „orizont” al evenimentelor. Oricum, problemele fiind foarte complexe, nelămurite suficient încă nici la nivelul lor teoretic, numai aspectele observaționale nu pot, în nici un caz, explica originea Universului. Totuși, putem demonstra oare, la nivelul cosmologiei, că anumite legi fizice — gravitația, de pildă — ar avea o valabilitate cu adevărat universală? Avem dreptul să afirmăm cu rigurozitate, în cadrul cosmologiei ca știință particulară, că legea conservării materiei și a mișcării are un caracter absolut? Dacă această ultimă lege amintită nu are un caracter absolut, demonstrațiile noastre cu privire la infinitatea Universului vor fi victima unui cerc vicios, prăbușindu-se însăși premisa de la care s-a plecat: materia veșnică, în mișcare veșnică! De fapt, astfel de tentative de a rezolva marile probleme ale Universului „de unul singur” (incuiat într-o „cameră” ai cărei pereți coincid cu limitele cosmologiei ca știință particulară) au determinat atâtea și atâtea modele de Univers, care de care mai săvante, din care însă lipsea, uneori, un lucru esențial: material! Dealtfel, legea la care ne-am referit, a conservării materiei și a mișcării, depășește cadrul cosmologiei, deoarece ea conține două categorii — materia și mișcarea — care nu sînt numai categorii fizice, ci și filosofice.

Dincolo de toate modelele de Univers create de către cosmologie, dincolo de toate rezultatele excelente ale fizicii, marea problemă a existenței Universului „în ansamblul său” rămîne totuși o problemă filosofică. Acest lucru nu înseamnă că extraordinarele investigații ale cosmologiei și fizicii sînt de prisos. Dimpotrivă, fără ele ar fi imposibil să „vedem”, să „auzim” și, în general, să percepem Cosmosul. Dar, răspunsul final la „marea problemă” a Universului îi revine — fără îndoială — filosofiei. În raport cu problema filosofică a cunoașterii, științele particulare — fiecare în parte — au cîte un caracter limitat, sau mai exact, fiecare știință particulară reprezintă — în problemele Lumii „în

ansamblul ei“ — o condiție necesară, dar nu și suficientă. Nici o știință a naturii, după cum am mai spus, nu va putea demonstra existența infinitului, deoarece — prin esență — infinitul este o categorie filosofică; multe științe particulare însă, în limitele domeniului lor, vor putea sugera caracterul infinit al unor procese. Astfel că, fără o confruntare severă și obiectivă între rezultatele fundamentale ale științelor particulare (în special ale cosmologiei, dacă ne gândim la Universul „astronomic“), este imposibil să demonstrăm riguros soluția mult așteptată a problemei originii Universului. Se obiectează uneori că toate cunoștințele științifice actuale sint mărginite, în general, la cadrul Metagalaxiei, că nici un telescop nu a pătruns încă dincolo de limitele acesteia. Obiecția este justă, în măsura în care admitem caracterul dialectic al dezvoltării științei și, în esență, al cunoașterii științifice. Întotdeauna ne vom întreba în cosmologie de un „dincolo“ de investigațiile directe. În aceasta constă de fapt limita științei particulare, dacă o considerăm ruptă de ansamblul modalităților de cunoaștere. Acel „dincolo“ de investigațiile directe îl va rezolva, cu rigurozitate, mai departe, filosofia. „Un important temei logic al extrapolării principiilor filosofiei materialiste asupra unor fenomene încă necunoscute — se subliniază într-o lucrare de sinteză *Practica — criteriul adevărului în știință*, cu scopul, evident, de a depăși greutățile actuale ale științei — îl constituie demonstrația apagogică. De pildă, folosind demonstrația apagogică raționăm astfel: nici o parte a lumii, încă necunoscută de noi, nu poate fi mistică, inaccesibilă rațiunii, deoarece teza că lumea materială are un caracter universal, cu alte cuvinte această teză este sau adevărată pentru lume în întregul ei, sau în general neadevărată. A doua presupunere este falsă, deoarece ea contrazice concluzia materialității părții noastre din Univers, concluzie demonstrată clar de practică și de știință.“ La nivelul filosofiei și al cosmologiei, teza ineputabilității Universului apare ca o axiomă, strins legată de teza fundamentală a materialității Lumii. Adică, materia veșnică,

în veșnică mișcare, asigură în permanență perpetuarea complexă a lumilor în cadrul aceluiași Univers. Ceea ce a intuit, așa de exact, gânditorul Eminescu:

*Din sinul vecinului ieri,
Trăiește azi, ce moare;
Un soare de s-ar stinge-n cer,
S-aprinde iarăși soare...*

5. Ce ne spun quasarii

A rămas să ne ocupăm acum de problema interpretării quasarelor și, mai ales, de problema implicațiilor pe care le pot avea aceste interpretări în unele probleme ale cosmologiei actuale. Puternica deplasare spre roșu, raportul z dintre decalajul $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ a liniilor spectrale și lungimea de undă λ corespunzătoare caracteristică quasarelor (ca și galaxiilor albastre), a fost interpretată ca un efect Doppler-Fizeau. Cu ajutorul acestuia, poate fi calculată, după cum se știe, viteza sursei luminoase în mișcarea sa de-a lungul razei de lumină; o deplasare spre roșu a liniilor spectrale, față de locul lor normal într-un spectru de laborator, reprezintă o îndepărtare a sursei de observator; iar o deplasare spre violet marchează apropierea obiectului luminos de noi. După cum se știe, până în prezent, pentru nici o galaxie îndepărtată nu s-a constatat vreo deplasare a liniilor spectrale spre violet. Galaxiile prezintă, ca fenomen general, celebra „deplasare spre roșu”. Așadar galaxiile, conform acestei interpretări se îndepărtează de noi; astfel s-a născut ideea expansiunii părții din Univers pe care o cunoaștem. Viteza de îndepărtare a galaxiilor de noi este calculată în funcție de raportul z , dat direct de către observații, după următoarea lege simplă, care exprimă matematic efectul Doppler-Fizeau, adică formula următoare, în care prin v_r s-a notat viteza radială:

$$v_r = cz = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (3)$$

iar c semnifică valoarea vitezei luminii în vid. Cu această formulă simplă s-au determinat cele mai multe dintre vitezele de expansiune cunoscute. Astfel, până în 1960, cele mai mari viteze de acest fel erau de circa 60 000 km/s, ceea ce reprezenta doar o cincime din viteza luminii. În 1961 determinându-se viteza de îndepărtare a radiogalaxiilor Boarul A (vizual aceasta are magnitudinea 20,5 iar deplasarea spre roșu este de $z = 0,5$), s-a ajuns la o viteză de peste 150 000 km/s. Începând însă din 1963, radiosursele cvasistelare și, mai târziu, galaxiile albastre, au întrecut orice așteptări. După cum se observă din formula de mai sus, raportul z , nu poate lua valori mai mari decât $z = 1$, deoarece altfel viteza obiectului respectiv ar depăși limita vitezelor posibile, valoarea lui c . Or, quasarii și galaxiile albastre prezintă deplasări spre roșu cu mult mai mari. Astfel, pentru quasarul 3C-9, deplasarea spre roșu atinge $z = 2,01$. Așadar, la valori ale lui z mai mari ca unitatea, formula de mai sus nu mai este valabilă. Din punct de vedere fizic acest lucru se explică prin faptul, că cu cât z se apropie mai mult de unitate, cu atât efectele relativiste sînt mai mari, și cu atât mai mult formula la care ne referim este mai aproximativă și trebuie înlocuită cu o altă formulă, care corectează rezultatul ținînd seama de aceste efecte. Formula efectului Doppler-Fizeau în cazul vitezelor relativiste, apropiate așadar de viteza c a luminii în vid, are următoarea expresie (v_r — viteza de-a lungul razei de lumină):

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1 + \frac{v_r}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v_r^2}{c^2}}} - 1 \quad (4)$$

S-a obținut astfel, de pildă pentru galaxia albastră BSO-1, viteza de „fugă” de 200 000 km/s, iar unul dintre cei mai rapizi quasari — OH 471 — atinge 91% din viteza luminii,

adică 273 000 -km/s. Fără a insista prea mult asupra problemelor expansiunii Metagalaxiei, remarcăm că — după cum se știe — în anul 1936 E. Hubble, pe baza unor cercetări speciale (totuși destul de aproximative, datorită unui restrins material de observație), a anunțat celebra sa lege a distanțelor; cu cât viteza de expansiune a unei galaxii este mai mare, cu atât ea este mai îndepărtată. Astfel, E. Hubble a stabilit o lege liniară între viteza de îndepărtare și distanța de noi a obiectului cercetat. Constanta de proporționalitate H a fost denumită „constanta lui Hubble”, și notind cu D depărtarea galaxiei respective legea lui Hubble este exprimată de relația simplă:

$$v_r = HD \quad (5)$$

Formula care definește legea lui Hubble a suscitat și suscită foarte multe discuții. Vitezele relativiste ale quasarelor intensifică și mai mult controversele. Deja de mai multe ori a fost modificată — datorită cercetărilor ulterioare — constanta H a lui Hubble. Iată valorile acestei constante, pe care le atribuie trei cercetători diferiți:

Hubble (1935) $H = 540$ km/s pe megaparsec

Baade $H = 210 \rightarrow 180$ km/s pe megaparsec

Sandage (1958) $H = 75$ km/s pe megaparsec

Această situație — atribuirea de diferite valori constantei H — modifică toate distanțele extragalactice determinate în acest fel.

Legea lui Hubble dă pentru quasari distanțe colosal de mari, de ordinul miliardelor de ani-lumină, fapt care a determinat pe unii cercetători să vadă în noile obiecte cosmice descoperite un mijloc excelent de cercetare a orizontului cosmic actual. Astfel, se apreciază încă, pe baza legii lui Hubble, că un quasar cum ar fi 3C-9, cu viteza sa de expansiune de 240 000 km/s, ar fi situat la enorma distanță de 10,4 miliarde ani-lumină. Acest lucru înseamnă că dacă quasarul 3C-9 și-a continuat neabătut drumul (ținând seama

de faptul că îl observăm „în trecut“), la circa 13 miliarde ani-lumină de noi ar fi atins viteza luminii. De aici, pe plan filosofic, au urmat unele interpretări nesigure, astfel că problema expansiunii și mai ales măsura în care legea lui Hubble poate fi valabilă, reprezintă în primul rînd probleme de interes cosmologic. Marile valori ale lui z pe care le prezintă spectrele quasariilor conduc pe unii cercetători la formularea unor noi ipoteze. S-au făcut încă de mulți ani încercări de a se da o altă interpretare fenomenului deplasării spre roșu, decît ca un efect Doppler-Fizeau. S-a considerat, printre altele, un fel de „îmbătrînire“ a luminii în deplasarea ei sub acțiunea cîmpului gravitațional, sub acțiunea puternicelor cîmpuri electromagnetice etc. Alți astronomi însă consideră că deplasarea spre roșu se potrivește totuși cel mai bine ca efect Doppler-Fizeau. Singurul lucru care trebuie revizuit în acest caz este legea lui Hubble.

Iată cîteva întrebări esențiale care se ridică: quasarii se află oare într-adevăr foarte departe de Pămînt, sau relativ aproape de noi? Măsurătorile indică pentru quasarii (ca și pentru galaxiile albastre) dimensiuni relativ mici. Dacă ei se află foarte departe, atunci în urma cărui proces se formează uriașa radioenergie produsă de quasarii și, de asemenea, marea luminozitate a galaxiilor albastre? Dacă însă quasarii și galaxiile albastre se află relativ aproape de noi, atunci cum se explică extraordinara lor deplasare spre roșu, adică marile lor viteze? Profesorul Fred Hoyle, de la Universitatea din Cambridge, împreună cu G.R. Burbidge, de la Universitatea din California, au analizat zeci de quasarii. Rezultatele analizei conduc la faptul că, cu cît strălucirea lor este mai mică, cu atît — statistic vorbind — se află la o distanță mai mare de noi. Or, în acest caz, ei ar trebui să aibă o deplasare spre roșu cu atît mai mare cu cît strălucirea lor este mai mică. În realitate lucrurile sînt inverse. Astfel că astronomii Hoyle și Burbidge presupun pur și simplu că „*deplasarea spre roșu nu are nimic comun cu distanța*“, ceea ce — evident, aplicat tuturor galaxiilor,

nu numai quasariilor — ar schimba fundamental concepția noastră cosmologică cu privire la expansiunea Metagalaxiei. Legea lui Hubble și-ar pierde complet valabilitatea. Tot în această privință s-a încercat o revizuire a legii lui Hubble.

Era necesar ca, pe o cale independentă de această lege, să se determine distanțele exacte ale unor galaxii îndepărtate, cum ar fi quasarii și galaxiile albastre. S-a descoperit faptul că unele galaxii albastre sînt variabile. Trasindu-se curba de lumină, s-a putut determina perioada de variație pentru unele galaxii albastre. Se demonstrează însă că, dacă o sursă prezintă variații periodice, diametrul ei este inferior distanței pe care o parcurge raza de lumină într-o perioadă. Pe de altă parte, făcîndu-se apel la radioastronomie, după transparența sursei pentru undele radio, care de asemenea se determină direct din observații, se poate calcula limita inferioară a diametrului unghiular sub care se prezintă sursa respectivă. Avînd aceste două date, limita superioară a dimensiunilor astrului și limita inferioară a diametrului unghiular, se poate afla limita superioară a distanței sale. Aplicîndu-se această metodă s-a găsit de exemplu pentru galaxia albastră CTA-102 distanța de 4 milioane de ani-lumină, iar pentru quasarul 3C-273 — distanța de 15 milioane ani-lumină. Legea lui Hubble însă dă pentru aceste surse cosmice valori mari: 8 miliarde de ani-lumină și respectiv 1,5 miliarde de ani-lumină. Evident că în acest caz constanta lui Hubble trebuie din nou modificată. Rezultate analoge exemplelor de mai sus s-au obținut pentru galaxiile albastre cele mai strălucitoare, astfel încît coeficienții de corecție pentru legea lui Hubble (în care, în acest caz, creșterea distanței cu viteza nu mai este liniară) sînt cuprinși între limitele de la 100 la 2 000. Conform rezultatelor arătate, cu toate că vitezele de mișcare ale acestor corpuri cosmice (quasari și galaxii albastre) — și în această interpretare sînt viteze relativiste — de ordinul sutelor de mii de kilometri pe secundă rezultă că ele se mișcă relativ aproape de Galaxie și nu indică deci limitele de azi ale Universului accesibil.

S-au ridicat totuși unele obiecții cu privire la determinarea diametrelor unghiulare, care, după cum am văzut, intră în calcule. Conform unor păreri, valorile diametrelor unghiulare sint foarte aproximative și ar introduce erori foarte mari, ceea ce ar fi de fapt — conform acestor păreri — cauza care ar „aduce“ quasarii, de la orizontul cosmic actual, relativ în apropierea noastră. Presupunind că rezultatele obținute sint corecte, se pune întrebarea referitoare la cauza marilor viteze observate la aceste corpuri neobișnuite din preajma Galaxiei. Un astronom american, de pildă, J. Terrel, de la Los Alamos, a emis o ipoteză care tindă oarecum să impace opiniile în această problemă. Conform ipotezei sale, quasarii și galaxiile albastre nu participă la expansiunea Metagalaxiei, ele fiind formații relativ tinere și fiind proiectate din centrul Galaxiei cu o extraordinară violență, probabil în urma unei explozii, de tipul exploziilor pe care azi le cunoaștem în cazul nucleelor unor galaxii (de exemplu M 82), și, datorită acestei cauze, sint animate de viteze foarte mari. Dacă lucrurile se prezintă astfel, rezultă că expansiunea Metagalaxiei nu mai constituie un fenomen general al tuturor galaxiilor cunoscute. Fără îndoială că comportarea neobișnuită a quasariilor și galaxiilor albastre va contribui și ea la rezolvarea în continuare a marilor alternative cosmologice cu privire la izotropia sau anizotropia Universului, la problemele dinamicii Metagalaxiei etc. Legea lui Hubble, deși intuită pe cale empirică, a fost admisă în cosmologie cel puțin ca o metodă de lucru.

Descoperirea quasariilor însă a ridicat după cum am văzut noi probleme în legătură cu valabilitatea reală a legii lui Hubble. Aceasta dă pentru quasari distanțe colosal de mari, de ordinul miliardelor de ani-lumină; quasarul 3C-9 de pildă, a cărui viteză de expansiune ar fi de 240 000 km/s (conform măsurătorilor și calculelor bazate pe efectul Doppler-Fizeau), rezultă că este situat la enorma distanță de 10,4 miliarde ani-lumină. Așadar, lumina care azi i-o observăm a plecat de „acolo“ acum 10 miliarde ani, cînd nici Pămîntul

și nici Soarele încă nu erau născute! Dar, pe de altă parte, cercetându-se strălucirea quasrilor ea contravine aprecierii unei distanțe așa de mari. Arătam că profesorul Fred Hoyle de la Universitatea din Cambridge, împreună cu astrofizicianul G.R. Burbidge de la Universitatea din California, au analizat sute de quasari. Rezultatele analizei au condus pe astronomii Hoyle și Burbidge să afirme că „*deplasarea spre roșu nu are nimic comun cu distanța*” cel puțin în cazul quasrilor. Pe o altă cale, la aceeași concluzie a ajuns și astrofizicianul Halton Arp, reputat observator, devenit campion al cercetărilor celor mai mari decalări spre roșu din spectrele sistemelor cosmice. El a studiat galaxiile și punctele de materie cosmică care le leagă de alte galaxii sau, în unele cazuri, chiar de quasari. Astfel, galaxia „Markarian-205”, al cărei spectru dă o decalare spre roșu de 0,07, este asociată cu galaxia spirală N.G.C. 4319, cu o decalare spre roșu de numai 0,006. Aceste galaxii sînt însă legate între ele printr-o punte de materie cosmică, cu toate că diferența de decalare a liniilor spectrale spre roșu dă — pe baza efectului Doppler-Fizeau — o diferență de viteză de expansiune de 21 000 km/s., ceea ce explică cu greu faptul — vizibil pe placa fotografică — că aceste galaxii sînt legate între ele printr-o punte de materie. Observația cea mai șocantă a fost efectuată de către Burbidge: galaxia N.G.C. 3561, cu o decalare spre roșu de 0,029, pare asociată cu un quasar a cărui decalare spre roșu este de 2,19. Cu toate că aceste două obiecte par asociate, legea lui Hubble le distanțează unul de celălalt cu mai multe miliarde de ani-lumină. Toate aceste cercetări duc la concluzia că problemele încă nu sînt suficient de clare și, deci, nu ar fi exclus ca în viitor legea lui Hubble să fie infirmată și, în consecință, teoria expansiunii Metagalaxiei să sufere modificări radicale. Din cauza enormelor depărtări la roiurile de galaxii, nimeni pînă azi nu poate să pună în evidență eventuale mișcări proprii ale acestora pe firmament care, dacă ar exista, ar infirma și faptul că galaxiile îndepărtate se mișcă numai de-a lungul

razei vizuale, cum se apreciază azi pe baza măsurătorilor spectrale. Este un motiv în plus care ne obligă să privim cu rezerva necesară valabilitatea legii empirice a lui Hubble. Recent însă, a intrat pe scena discuțiilor controversate și tipul de obiect cosmic cunoscut sub numele de „black hole”. Astfel, în ultimul timp, fenomenul observat al „decalării spre roșu” a liniilor spectrale ale galaxiilor îndepărtate și, mai ales, al quasarelor primește și o altă explicație.

6. „Black holes” contra... Doppler-Fizeau

Celebrul astronom francez Pierre Simon marquis de Laplace (1749—1827) a rămas în istoria astronomiei ca fiind primul care s-a referit la *posibilitatea ca un astru să fie total invizibil*. Fidel concepției înaintașului său, Isaac Newton (1642—1727), conform căreia *lumina este compusă din corpusculi care se supun gravitației*, în lucrarea sa *Exposition du système du monde* („Expunere asupra sistemului Lumii”), apărută în anul 1796, elaborează conceptul de „viteză de eliberare” care, aplicat luminii — înțeleasă în sensul lui Newton —, conduce la consecința, fără echivoc, a corpurilor cerești total invizibile. Dacă la suprafața unui corp ceresc, de masă M și cu raza r , se află un obiect sau o particulă de masă m , energia potențială E_p existentă în locul respectiv se exprimă prin lucrul mecanic ce ar trebui efectuat pentru a deplasa masa m pe direcție verticală:

$$E_p = Fr \quad (6)$$

și, înlocuind în (6) forța de gravitație dată de relația (2), obținem *energia potențială gravitațională*, astfel:

$$E_p = \frac{GMm}{r} \quad (7)$$

Pe de altă parte, energia cinetică E_c necesară pentru a „elibera” obiectul sau particula de masă m de acțiunea corpului

ceresc de masă M , va fi obținută prin relația cunoscută a energiei cinetice, în care cu v_e notăm tocmai *viteza de eliberare* a masei m de sub influența gravitațională a astrului de masă M :

$$E_c = \frac{mv_e^2}{2} \quad (8)$$

prin egalarea relațiilor (7) și (8) obținem expresia vitezei de eliberare:

$$v_e^2 = \frac{2GM}{r} \quad (9)$$

Astfel, de exemplu, viteza de eliberare pentru Pământ este — după cum se știe — egală cu valoarea de 11,2 km/s (cunoscută în astronautică sub numele de *a doua viteză cosmică*), pentru planeta Jupiter este de 60,2 km/s, iar pentru Soare $v_{e\odot} = 620$ km/s.

Laplace, considerînd că particulele de lumină sînt și ele supuse gravitației, s-a gîndit la corpuri cerești la care raportul dintre masă și raza lor — conform expresiei din dreapta semnelui egalității din formula (9) — să fie astfel, încît viteza de eliberare să depășească viteza luminii. Aceste corpuri cosmice ar fi total invizibile! Savantului nu i s-a dat însă, pe acea vreme, prea mare crezare în această problemă. Pricina era marea dispută, seculară, cu privire la natura razelor de lumină. Contra lui Newton se ridicaseră adepții teoriei ondulatorii a luminii. Or, patru ani mai tîrziu — după apariția lucrării lui Laplace — medicul englez Thomas Young (1773—1829), prin cercetările sale dădea un nou impuls teoriei după care lumina este formată din unde și se propagă printr-un mediu continuu, eterul. Încă René Descartes (1596—1650) admitea existența unui mediu continuu universal, neadmițînd ideea vidului, iar, mai tîrziu, fizicianul olandez Christiaan Huygens (1629—1695) a pus bazele teoriei undelor de lumină. Pînă la începutul secolului

nostru ideea lui Laplace, despre corpurile invizibile, a rămas uitată, deoarece în întregul secol al XIX-lea lumea științifică a fost copleșită de *teoria ondulatorie a luminii*. Exact la o sută de ani după ce Thomas Young a dezvoltat teoria ondulatorie a luminii, explicând fenomenul de interferență, a apărut — în anul 1900 — *teoria cuantelor* al cărei autor, fizicianul german Max Planck (1858—1947), considera că lumina se propagă în cantități discrete denumite „cuante de energie“. Energia unei astfel de cuante este dată de simpla *formulă a lui Planck*:

$$E = h\nu \quad (10)$$

în care h este constanta lui Planck și ν frecvența unei luminoase. În primii cinci ani ai secolului nostru teoria cuantelor nu a avut nici un fel de succes. Punerea în drepturi a teoriei cuantelor, prin evidențierea valorii ei deosebite și, în același timp, reabilitarea lui Laplace în problema astrilor invizibili, le-a făcut marele geniu Albert Einstein (1879—1955) în anul 1905. Interpretând, pe baza teoriei cuantelor, efectul fotoelectric a fundamentat *mecanica cuantică*. În același an, 1905, a creat celebra *teorie a relativității restrinse*. Cuantele pentru Einstein însemnau adevărați *corpusculi de lumină* — pe care azi îi denumim *fotoni* — a căror energie este dată de formula (10). Admițând și calitatea de undă electromagnetică a luminii, Albert Einstein a arătat că în realitate fenomenul comportă o simetrie fundamentală, *simetria undă-corpuscul*, între cele două laturi ale simetriei existind o unitate dialectică. Este desigur o simetrie la nivelul fizicii, căreia, pe plan cosmologic, îi corespunde *simetria continuu-discontinuu*. Ea are, mai departe, corespondent și în filosofie, pe planul cel mai general, fiind *simetria filosofică infinit-finit*.

Noul drum însă, stabilit de către Einstein, prin teoria relativității restrinse, nu era chiar așa de neted. În scurt timp au apărut mari dificultăți! Relativitatea restrinsă stabilea și faptul că *viteza luminii constituie o limită*

absolută pe care nici o particulă fizică nu o poate depăși. Or, pe de altă parte se știe că *cîmpul gravitațional accelerează mișcarea unei particule.* Într-adevăr, al doilea principiu al dinamicii newtoniene se exprimă prin cunoscuta formulă, în care prin a se notează *acelerația* pe care o suferă particula respectivă într-un cîmp gravitațional, datorită prezenței unei mase M , prin accelerație înțelegîndu-se totuși o *variație de viteză*:

$$F = ma \quad (11)$$

Dacă se ține seama de legea gravitației (2), rezultă că:

$$a = \frac{GM}{r^2} \quad (12)$$

Mai mult! În 1911 Albert Einstein a formulat *principiul echivalenței*: pentru toate fenomenele fizice cîmpul gravitațional este echivalent cu un cîmp inertial. Acest principiu conduce la faptul că *acelerația și gravitația sînt echivalente între ele, putînd produce aceleași efecte fizice.* Principiul invarianței (constanței) vitezei luminii a fost stabilit de către celebrele experiențe ale lui Michelson și Morley încă în 1887. Recent, în 1978, după aproape un secol, considerîndu-se o eventuală creștere de a vitezei c a luminii, adică:

$$V = c + dv \quad (13)$$

și utilizînd, în scopul acestei verificări, razele X emise de un pulsar asociat cu o stea de masă foarte mare — stea care ar trebui, în concepția mecanicii clasice, să accelereze fotonii radiației respective — s-a demonstrat din nou punctul de vedere al teoriei relativității după care viteza luminii este invariantă, pentru că, și de această dată, observația astronomică a arătat că practic $dv = 0$. Pe de altă parte, principiul echivalenței a fost confirmat, printr-un înalt grad de precizie, de către experiențele fizicianului maghiar Loránd Eötvös (1848—1919). Dacă variația vitezei luminii nu a putut fi constatată nici cel puțin prin mijloace astro-

nomice, în schimb observațiile astronomilor par să fi confirmat „strimbarea“ razelor de lumină datorită influenței unui puternic câmp gravitațional. S-a folosit câmpul gravitațional al Soarelui. Pentru prima oară cu ocazia eclipsei totale de Soare de la 19 mai 1919, vizibilă din Oceanul Atlantic, astronomii englezi de la observatoarele din Greenwich și Oxford — instalați în insula Principe și la Sobral (în nordul Braziliei) — au fotografiat, cu mijloace speciale, stelele din jurul Soarelui, vizibile pe fondul firmamentului în timpul celor cinci minute cât a durat faza de totalitate a eclipsei. După două luni, aceeași zonă a cerului a fost din nou fotografiată, în timpul nopții, cu aceleași aparate. Studiul plăcilor fotografice efectuate a pus în evidență deviația razelor de lumină ale stelelor la trecerea lor prin vecinătatea Soarelui, fenomen care a fost numit *efectul Einstein*. Deviația aceasta, în cazul citat, s-a dovedit a avea valoarea de $1''{,}74$. Au existat însă și critici la adresa valabilității acestor rezultate. Iată, de pildă, ce scrie astronomul român Călin Popovici (1910—1977), în cartea sa *Stelele* tipărită în anul 1958: „Stelele fiind destul de apropiate în strălucire și destul de depărtate pe cer, având și spectre foarte diferite, se pretează mai bine la verificarea efectului Einstein... Actualmente aceste măsuri făcute pentru piticele albe se consideră ca o probă experimentală a teoriei lui Einstein. În cazul Soarelui efectul este mult mai mic și falsificat de prezența altor efecte, încă neexplicate, încât măsurătorile solare nu se pot considera că au adus o confirmare a teoriei relativității“.

Marea dilemă pusă de toate aceste experiențe și observații astronomice este: cum să se rezolve *conflictul dintre principiul echivalenței și teoria relativității restrânse, adică dintre concepțiile după care lumina este sau nu este influențată de către gravitație?* „Împăcarea“, cel puțin teoretică, a făcut-o tot Albert Einstein elaborând un nou și foarte modern edificiu al spiritului omenesc, *relativitatea generalizată*. Esen-

țial, în ceea ce ne privește aici, este că teoria relativității generalizate „ocolește însăși noțiunea de forță; ea operează, am putea spune, «cu un alt dicționar» și nu spune nimic despre forțele acțiunii reciproce a două corpuri” (S.I. Vavilov, 1947). În consecință, nu forțele newtoniene sînt acelea care deviază fotonii în prezența cîmpului gravitațional ci însuși spațiul care, potrivit lui Einstein, este un *spațiu curb, neeuclidian*. După cum scrie un fizician român, profesorul Nicolae Bărbulescu, în cartea sa *Bazele fizice ale relativității einsteiniene* (1975): „*spațiul curb nu este altceva decît acel spațiu în care razele de lumină (sau punctele materiale izolate) descriu linii curbe*, astfel că, la scară cosmică, principiul inerției primește următorul enunț: *orice punct material izolat descrie o traiectorie curbilinie, avînd o rază de curbură foarte mare*“. Într-un cuvînt, Albert Einstein, avînd în vedere posibilitățile reale ale experienței și observației — nu pe acelea ideale stabilite de geometria euclidiană și mecanica clasică (o linie perfect dreaptă, în absența oricărui cîmp gravitic, o viteză de propagare infinită în realitatea fizică etc.) — a înlocuit, în fundamentele fizicii, idealitatea subiectivă cu realitatea obiectivă. Einstein a admis, între altele, că *principiul echivalenței are numai un caracter local*. Cu toate acestea însă, prezența în orice punct al spațiului a cîmpului gravitațional — după cum am arătat — va avea ca efect deviația razelor de lumină. Astfel că, dacă în formula (9) considerăm *viteza de eliberare egală cu viteza luminii*, în prezența cîmpului gravitațional al masei M , fotonii se vor înscrie pe o curbă care, la o anumită rază r a astrului respectiv, îi va reîntoarce pe propria suprafață stelară, adică de acolo de unde au plecat. În această situație astrul de masă M și de rază r va fi *total invizibil* pentru un observator situat în afara sa. Suprafața acestui astru va deveni un *orizont al evenimentelor* petrecute în interiorul său! Raza r a acestui astru — denumit azi *black hole* („gaură neagră“

sau corp negru) — este dată de relația (9) în care am introdus $v_e^2 = c^2$, astfel:

$$r = \frac{2GM}{c^2} \quad (14)$$

Condiția de *black hole* este deci ca astrul respectiv, de masă M , să aibă raza r dată de formula (14). În acest caz, raza r poartă numele de rază *Schwarzschild*.

Să studiem, în continuare, *tipurile posibile de black holes*. Fizica lor este, desigur, relativistă. Într-o destul de mare măsură modelele teoretice încă nu sînt complet elucidate. Totuși, deja pînă în prezent se conturează mai multe modele de *black hole* din ce în ce mai complexe. Baza de plecare a modelelor teoretice este conținută în efortul de a rezolva *ecuațiile lui Einstein* care caracterizează celebra *teorie a relativității generalizate* sau, altfel spus, *teoria relativistă a câmpului gravitațional*. Perfectate în anul 1917 ecuațiile lui Einstein conțin, ca necunoscută, ceea ce se numește *tensorul metric* g_{ik} . Acesta stabilește *metrica* spațiului, adică *pe ce fel de curbă se înscrie drumul cel mai scurt între două puncte într-un anumit loc din Univers*. De exemplu, se știe că în cazul geometriei euclidiene drumul cel mai scurt între două puncte este linia dreaptă. Acest lucru ar fi însă *riguros posibil* numai dacă n-ar exista *cîmp gravitațional*. Așadar, *geometria euclidiană, cu liniile ei perfect drepte este ideală*; ea corespunde, după cum am mai arătat, *idealității subiective* creată de către *spiritul omenesc* — ca rezultat al activității nervoase superioare a creierului uman — rezultat posibil prin puterea acestuia de abstractizare a fenomenelor observate în lumea reală. Se confirmă însă că în *realitatea obiectivă* existența în orice loc al universului cunoscut a unui *cîmp director* determină „strimbarea” mai mult sau mai puțin a liniei drepte ideale intuită cu atîta simplitate de către anticul geniu al lui Euclid. În realitate nu există linie perfect dreaptă! De aceea nici lumina nu se poate propaga în linie dreaptă; măsurătorile *macrocosmice*

pe care le facem în experiențele de fizică obișnuite, când se observă propagarea luminii „în linie dreaptă“ sînt insuficient de exacte pentru a demonstra că „linia dreaptă“ nu este dreaptă. Astfel că, avînd în vedere *tensorul metric g_{ik}* , care se mai numește și *cîmp director*, rezultă că întotdeauna, în realitate, drumul cel mai scurt între două puncte este o linie mai mult sau mai puțin strîmbă, a cărei *curbură* depinde de cîmpul director în locul respectiv. Au apărut, treptat, după cum știm, multe feluri de curburi ale „geodezicelor“ caracterizate prin tot atîtea geometrii neeuclidiene: a lui Riemann, a lui Lobacevski, a lui Bolyai etc. Bazîndu-se pe realitatea obiectivă, dată nouă prin *mărimile observabile*, teoria relativității a căutat să folosească acele geometrii neeuclidiene a căror *metrică* se potrivește cel mai bine cu faptele observate. De aici și multitudinea soluțiilor pe care le comportă ecuațiile lui Einstein, de aici și multitudinea *modelelor de univers relativiste*: structura Universului este complexă și diferă de la un punct la altul, deoarece în orice punct al Universului cîmpul director poate să aibă valori și orientări diferite. De pildă, într-un anumit punct al Universului *concentrarea materiei* tinde spre infinit; într-un astfel de punct cîmpul director va avea caracteristici speciale care va delimita un *orizont al evenimentelor*. Interiorul acestui orizont va fi tocmai un black hole, deoarece — după cum afirmă un specialist în aceste chestiuni, englezul R. Penrose — el determină, pentru un observator extern, o autentică *cenzură cosmică*. Dacă, dimpotrivă, în alt punct al Universului lumina (fotonii) se propagă în așa fel încît, în lipsa unei concentrări masive de materie, se înscrie pe un arc de cerc cu o *rază de curbură* foarte mare, soluția ecuațiilor lui Einstein va fi alta, altul va fi și modelul de univers, care s-ar verifica în punctul respectiv, iar geometria în acea zonă poate fi a lui Riemann, deoarece, în acest caz, distanța cea mai scurtă între două puncte ale zonei este asimilată cu un arc de cerc. O astfel de viziune generală privind Universul — continuată în ecuațiile lui Einstein — are ca un caz particular

„la limită“ viziunea clasică, newtoniană, în care geometria este euclidiană, evenimentele în Univers putând fi *simultane* — oricât de îndepărtate ar fi locurile în care se produc — deoarece intuiția pură a imaginat viteze fizice infinite. Știința însă, până în prezent, nu a cunoscut în realitate acest caz particular. De aceea Peter Mittelstaed, profesorul de fizică teoretică din Köln pe care l-am mai citat în această carte, conchide: „La baza teoriei relativității generale stă același concept al teoriei cunoașterii ca și în teoria relativității restrinse. Fizica descrie procesele naturii, cum ele se arată, dacă sînt măsurate cu etaloane de lungime și ceasuri reale. Ea este deci o teorie, care conține exclusiv mărimi observabile“. Iată acum celebrele ecuații ale lui Einstein, puse într-o formă oarecum simbolică:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R - \Lambda g_{ik} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \quad (15)$$

unde $i = 0, 1, 2, 3$; $k = 0, 1, 2, 3$, și în care termenii R_{ik} și R sînt funcții ale cîmpului director g_{ik} . Termenul Λ poartă numele de „constanta cosmologică“; dacă acest termen are valori pozitive, el are semnificația unei respingeri, care se opune atracției gravitaționale determinată de *tensorul* T_{ik} (denumit și *tensorul energie-impuls*). Tensorul T_{ik} este sursa cîmpului director g_{ik} și determină, la rîndul său, proprietățile materiei. Cu G s-a notat constanta gravitației și cu c cea de obicei, viteza luminii. Ecuațiile lui Einstein, corespunzătoare teoriei relativității generalizate, au aceeași importanță pe care, în teoria gravitației a lui Newton, o are următoarea *ecuație a lui Poisson*:

$$\Delta\varphi = 4\pi G\rho \quad (16)$$

Cîmpul gravitațional în ecuația (16) este descris de potențialul φ și are semnificația unei diferențe de potențial. Mărimea ρ este densitatea materiei (masa unității de volum) și, în ecuațiile (15) ale lui Einstein, are ca corespondent tensorul T_{ik} . Faptul că în ecuațiile (15) apare cîmpul direc-

tor g_{ik} în locul potențialului din ecuația (16) se datorește introducerii — în relativitatea generalizată — a principiului echivalenței, despre care am discutat la începutul acestui paragraf.

Încă în 1916 astronomul german Karl Schwarzschild (1873—1916) a studiat cazul unui corp *ceresc de masă M , perfect sferic și fără rotație*, supus unui fenomen pe care azi îl denumim *prăbușire gravitațională*. El a obținut o soluție a ecuațiilor lui Einstein care descrie cîmpul director al corpului ceresc respectiv. Acest caz este cel mai simplu posibil și relația (14) ne arată că s-a luat în considerare *un singur parametru* și anume *masa M* . Este un model ideal de black hole, deoarece în realitate corpurile cerești nu sînt imobile. În aceeași perioadă (1916—1918) cercetătorii Reissner și Nordström au avut în vedere *doi parametri, masa M și sarcina electromagnetică Q* , într-un studiu similar. Problema însă se complică mult cînd se consideră mișcarea de rotație a obiectului cosmic studiat. După cum se știe, mișcarea de rotație — în jurul unei axe imaginare — deformează corpurile cerești și, *în realitate*, aceste corpuri nu mai sînt perfect sferice. În cazul planetelor, Soarelui și al multor stele s-au pus în evidență mișcări de rotație. Un astru masiv în mișcare, prin permanentă deformare a masei sale, va schimba în permanență cîmpul director; acesta deci va fi într-o permanentă „reajustare” în funcție de noua configurație a substanței. În această situație în *geometria de bază* (cîmpul director al astrului în cazul în care ar fi imobil) apar un fel de „riduri” sau „fibre”. Teoria arată că „ridurile” respective trebuie să se propage cu viteza luminii; ele au fost numite *unde gravitaționale* și, „captarea” lor ar face ca, totuși, black hole-urile să devină direct observabile. Chestiunea aceasta încă nu este lămurită și, pînă acum (1979) așa-zisa „singularitate goală”, emițătoare de unde gravitaționale — datorită unui fel de crăpături în geometria de bază — nu s-a observat. Mai mulți cercetători, printre care și R. Penrose, susțin însă „ipoteza cenzurii cosmice” conform căreia

există o posibilitate ca *invizibilul total să fie direct vizibil*. În anul 1963 neozelandezul Roy Kerr a descoperit o soluție a ecuațiilor lui Einstein cu doi parametri, masa M și momentul unghiular J , adică un *black hole* în rotație. Soluția lui Kerr se reduce la soluția lui Schwarzschild atunci când rotația presupusului *black hole* devine nulă. Principala caracteristică a cîmpului director dat de geometria lui Kerr este că acesta conduce la un fel de *mişcare turbionară*, analoagă unui „virtej”. Într-adevăr, *în jurul unui black hole în rotație ar avea loc un „efect de cadă”*, denumit astfel în analogie cu ceea ce se întîmplă cu apa dintr-o cadă de baie care, în dreptul canalului de scurgere, este „absorbită” printr-un fenomen turbionar. Sau, asemănarea ar mai putea continua, cu un taifun, un ciclon tropical în care deplasarea aerului se face într-un fel de spirală, printr-o *mişcare convergentă*, iar „ochiul” taifunului ar îndeplini rolul de *black hole*. Fotografiiile realizate de la bordul sateliților artificiali meteorologici, asupra acestui gen de fenomene ale atmosferei terestre, ar sugera o oarecare asemănare cu eventuala fotografie „din apropiere” a unui *black hole* în rotație: „ochiul” taifunului ar fi complet negru („gaura neagră”) și ar ieși în evidență printr-un fenomen de contrast cu zona turbionară — virtejul propriu-zis — care ar apărea luminoasă, dar într-un mod inegal. Despre puternicele vîrturi marine — efect al marreelor —, care, de asemenea, ar putea comporta o analogie cu zona unui *black hole* în rotație, au povestit lucruri interesante atît Jules Verne în romanul *Raza Verde*, cît și Edgar Allan Poe în nuvela *O coborîre în Maelström*.

Între anii 1967 și 1974 cercetătorii Werner Israel la Alberta, Brandon Carter la Cambridge și Meudon și D.C. Robinson la Londra, au dovedit că o soluție completă a ecuațiilor lui Einstein, care descrie cîmpul director în jurul unui *black hole*, comportă numai trei parametri: masa M , momentul unghiular J (funcție a vitezei de rotație) și sarcina electromagnetică Q . Tabela 3 arată principalele tipuri de *black holes*

în funcție de parametri luați în considerare, precum și caracteristicile respective.

Tabela 3

Nume	Parametri	Caracteristici
Schwarzschild (1916)	M	simetrie sferică (black hole fără rotație)
Reissner — Nordström (1916 — 1918)	M, Q	simetrie sferică și sarcină electrică
Kerr (1963)	M, J	simetrie axială (black hole în rotație)
Kerr—Newman (1965)	M, J, Q	simetrie axială și sarcină electrică

Se poate afirma că un *black hole* de tipul *Kerr—Newmann* reprezintă starea finală unică cea mai generală a prăbușirii gravitaționale. Trebuie notat faptul că un black hole este, totuși, în mod efectiv, un obiect simplu, cu mult mai simplu decât Soarele sau Pământul, deoarece materia acestuia, prăbușită gravitațional, sub orizontul evenimentelor, nu mai exercită influențe „vizibile” asupra exteriorului. În sfârșit, amintim că începând cu anul 1974 cercetătorul S. Hawking a arătat teoretic posibilitatea existenței unor *black holes* „cuantice” („miniblack holes”), spre deosebire de *black holes* megacosmice — de cel puțin trei mase solare — la care ne-am referit până acum. Primele sînt black hole extrem de mici, cit o particulă elementară, dar care au o masă foarte mare în raport cu „micimea” lor; de pildă un electron care ar avea masa unui munte de pe Terra. Miniblack holes-urile au proprietăți mult diferite de surorile lor foarte masive: pot emite particule și, de asemenea, pot exploda pentru ca apoi să se „evapore” complet prin eliberarea unei cantități de energie care este apreciată a putea întreține întreaga viață de pe Pământ timp de mai multe decenii...

Legat de „observarea” fenomenului de black hole, are importanță cazul în care un astfel de astru, total invizibil, este „iluminat” de către o sursă apropiată de fotoni; de pildă, asocierea unui black hole cu o stea, încît împreună să formeze un *sistem binar*. Este posibil ca astfel de situații să existe în mod frecvent în galaxii. S-a demonstrat că, dacă un fascicol de fotoni „iluminează” un black hole, toți fotonii care cad perpendicular pe suprafața acestuia sînt, evident, absorbiți. În schimb, în jurul astrului negru se formează un fel de „bulb” de substanță — *inelul de creștere (acrecție)* — care emite în exterior o radiație ce poate fi captată. Astfel că, în jurul unui black hole s-ar putea detecta un inel luminos, oarecum asemănător cu inelele planetei Saturn; această lumină însă ar fi greu de observat, deoarece steaua din apropiere — componentă a sistemului binar — ar fi extrem de strălucitoare și ar „acoperi” lumină slabă a inelului de acreție. În schimb succesul ar fi mai mare dacă se încearcă captarea radiației X pe care acest inel o emite din abundență. După cum am arătat, într-un alt capitol, se pare că sursa *Cygnus X-1*, studiată cu ajutorul sateliților artificiali, constituie, în realitate, un astfel de caz.

A fost nevoie să ne ocupăm, în detaliu, de anumite aspecte ale fenomenului black hole pentru a înțelege mai bine *importanța de ordin cosmologic* a acestor aștri. Avînd în vedere, însă, devierea razelor de lumină care trec prin apropierea unei mase mari (efectul Einstein), despre care am discutat, trebuie să observăm și *aspectul spectroscopic al efectului gravitațional Einstein*. Într-adevăr, geniul întemeietorului cosmologiei relativiste — de la a cărui naștere, la 14 martie 1979, s-au împlinit o sută de ani — a demonstrat că *liniile spectrale ale luminii emise într-un câmp gravitațional intens trebuie să fie deplasate către roșu față de cele emise într-un câmp gravitațional mai puțin intens*. Iată deci că nu numai efectul Doppler-Fizeau, dat de relațiile (3) sau (4), conduce la o decalare spre roșu a liniilor spectrale, ci și efectul

gravitațional Einstein. În acest caz, mărimea z va fi dată de relația:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{GM}{\mathfrak{R}c^2} \quad (17)$$

unde am notat cu $\mathfrak{R}$ raza astrului emițător de lumină, al cărui spectru dă raportul z . Se poate demonstra că, dacă astrul este un black hole, în această împrejurare avem o *deplasare spre roșu infinită*. Suprafața care determină o deplasare spre roșu infinită se află în apropierea orizontului evenimentelor. Numele de *ergosferă* a fost dat — în cazul unui black hole — tocmai zonei cuprinsă între *suprafața de deplasare spre roșu infinită* și orizontul evenimentelor. Rezultă că *substanța luminoasă din imediata vecinătate a ergosferei unui black hole va da, privită cu spectroscopul, o deplasare spre roșu finită care, însă, tinde spre infinit cu cât ne apropiem mai mult de ergosferă*. Este clar că, cel puțin principial, celebrul *red shift* observat, pentru prima oară de Edwin Hubble, în spectrele galaxiilor îndepărtate, poate primi tot atit de bine o interpretare gravitațională, ca efect Einstein, pe lângă interpretarea dată pînă acum în mod obișnuit ca efect Doppler-Fizeau. Or, dacă în locul relațiilor (3) sau (4) folosim relația (17), legea lui Hubble, a distanțelor, dată de relația (5), nu mai este valabilă. Cu alte cuvinte, în noua interpretare, nu mai avem dreptul să atribuim distanțe la galaxii și quasari date prin legea lui Hubble. În plus, teoria expansiunii Metagalaxiei dacă nu se prăbușește în totalitate, suferă oricum schimbări radicale. Cosmologia, la rîndul ei, primește o altă viziune asupra Universului, complet diferită de aceea cu care ne-a obișnuit, în ultimele decenii, legea lui Hubble.

Dacă cercetările pe care le-am citat la sfîrșitul paragrafului precedent, l-au condus pe Halton Arpsă creadă că rezultatele sale „pun serios la îndoială interpretarea clasică a decalării spre roșu” ca efect Doppler-Fizeau, iar Geoffrey Burbidge afirmă că chiar „dacă datele despre galaxiile nor-

male s-ar potrivi cu acelea despre quasari *nici atunci n-am putea ști dacă Universul este în expansiune*”, iată că apariția în cimpul observațional al black holes-urilor, complică și mai mult marea controversă cosmologică. Brandon Carter și Jean-Pierre Luminet, membri ai grupului de astrofizică relativistă al Observatorului din Paris-Meudon, scriau, în noiembrie 1978, despre „orizontul unei găuri negre gigantice, a masei unui nucleu de galaxie (adică de mai multe milioane de ori masa Soarelui)”; de asemenea că „*quasarii ar putea să se explice și prin modele de acreție în jurul găurilor negre de dimensiuni corespunzătoare*”. Tot în anul 1978 un grup de astronomi americani, printre care P.J. Young, au sugerat că *în centrul galaxiei Messier 87 s-ar găsi un black hole gigant*. Sintem oare la începutul unei noi etape, decisive, a cosmologiei? Ar fi cel mai frumos dar care s-ar face *post-mortem* lui Albert Einstein la împlinirea unui secol de la nașterea sa!

7. Geometrie și istorie la nivele nonumane

Două aspecte teoretice esențiale sînt în prezent mult discutate în cosmologie, ambele proiectînd gîndirea cercetătorului deopotrivă în microcosmos și în megacosmos:

a) *Problema distanțelor extreme*

b) *Problema densităților extreme*

Prima admite faimoasa teorie a *expansiunii Universului*. Cea de a doua admite teoria *big-bang*, fie într-o formă „radicală” (singularitatea inițială), fie într-o formă „moderată” (Universul pulsatoriu cu „singularități” periodice), precum și cazuri „restrinse” de densitate extremă: *stare neutronice* și „*black-hole*”. Suportul observațional al tuturor ipotezelor de mai sus se rezumă, deocamdată, la următoarele descoperiri principale:

1. Decalarea spre roșu a liniilor spectrale, caracteristică tuturor galaxiilor suficient de îndepărtate de noi.

2. Quasarii

3. Fondul continuu de radiație corespunzind temperaturii de $2,7^{\circ}\text{K}$.

4. Radiosurse speciale (pulsari etc.)

5. Surse cosmice discrete de radiație X și γ .

Teoria big-bang însă include teoria expansiunii Universului. Există și ipoteze care se ridică împotriva „marii explozii“, dar care și ele includ fenomenul dilatării Cosmosului: *teoria Universului staționar*.

S-ar putea ca în secolul următor istoricii cosmologiei să trateze teoria expansiunii Universului ca o simplă prejudecată a secolului al XX-lea. Există azi cosmologi care apără din răspunderi această idee, în vreme ce alții, mai circumspecți, vorbesc despre o „expansiune a Metagalaxiei“ sau despre o „fază de supercomprimare a Metagalaxiei în trecutul ei“, acceptând deci existența reală a acestor fenomene dar numai local, într-o zonă restrinsă a Universului în care se află și Pământul. Dar există azi și cosmologi care resping atât teoria expansiunii Universului cât și teoria big-bang. Cercetătorii s-au ocupat, în acest sens, de galaxii care par asociate cu quasari și de grupuri de galaxii legate fizic între ele. Măsurându-se deplasările spre roșu ale liniilor spectrale, în multe cazuri cunoscuta lege empirică a lui Hubble a dat distanțe enorme, inadmisibile între componente presupuse a fi asociate. De fapt încă înainte ca Edwin Hubble să descopere fenomenul care, interpretat ca efect Doppler-Fizeau, stă la baza legii sale privind depărtarea galaxiilor în expansiune, celebrul Albert Einstein vorbea deja de „*deplasarea spre roșu a liniilor spectrale*“ ca efect nu al unor distanțe extreme, ci al unor densități extreme; stelele neutro-nice și black-hole-urile sînt modele de densitate extremă. Dar dacă azi se constată — teoretic — că prăbușirea gravitațională a unei stele masive, care are cel puțin o cantitate de substanță echivalentă cu trei mase solare, conduce spre un black-hole (cazul probabil al sursei Cygnus X-1) este firesc ca galaxiile, în zona centrală, să îndeplinească astfel de

condiții: decalările spre roșu ar putea fi rezultatul efectului gravitațional Einstein. Oricum, pînă nu se vor cunoaște și eventualele *mișcări proprii* (într-un plan perpendicular pe raza vizuală) ale galaxiilor îndepărtate — fapt care azi pare imposibil de realizat — problema expansiunii Metagalaxiei (cu atît mai puțin a Universului!) va rămîne la nivelul unei ipoteze neverificate, dacă nu vor fi descoperite și alte fenomene, de tipul celor arătate mai sus, care să decidă asupra adevărului sau falsității acestor concepții. Există totuși un nuntitor comun al tuturor teoriilor cosmologice și al faptelor observaționale actuale: *recunoașterea contradicției în Univers, la toate nivelele de cercetare*. Nu numai teoria „mării explozii” — chiar și interpretarea singulară care i s-a dat — are la bază faptul că *Universul este contradictoriu în esența sa*, dar și constatarea că „procese explozive de diferite proporții s-au dovedit a fi foarte răspîndite în Univers...”, ele fiind „o legitate în evoluția Universului”. Este firească această observație deoarece, filosofic vorbind, *prima mare contradicție este contradicția dintre materie (esența existenței) și modul ei de existență, mișcarea*; materia imprimă lucrurilor un caracter static — contribuind la permanența structurii — în vreme ce mișcarea avînd caracter dinamic, transformă în permanență structura; această contradicție primă generează toate celelalte contradicții. De aceea în realitatea obiectivă nu există structuri și evenimente (fenomene) perfecte. Ele există numai în realitatea subiectivă, prin idealizarea intuitivă. În Univers ar exista perfecțiune dacă el ar fi format dintr-un singur punct material sau cel mult din două puncte materiale. Existența a mai mult de două corpuri în Univers proiectează perfecțiunea în Idealitatea umană, lăsînd în Realitatea obiectivă, întotdeauna o *imperfecțiune relativă*. La baza acestei teze stă, de fapt, demonstrația pe care a făcut-o în mecanica cerească Henri Poincaré (*Méthodes nouvelles de Mécanique céleste*, 1892—1899), conform căreia nu există într-un sistem de trei corpuri, în inter-

acțiune gravitațională, legități perfecte de mișcare; acestea sînt posibile numai în „problema a 2 corpuri” sub forma cunoscutelor legi ale lui Kepler. *Contradicția* însă presupune existența a cel puțin două corpuri sau fenomene; forțele de atracție (sau de respingere) a două corpuri vor fi și ele contradictorii, legile lui Kepler reprezentînd deci o unitate dialectică, adică o stare de echilibru dinamic. La fel, se știe că antinomiile lui Kant (caracterul finit sau infinit al Universului etc.) pot fi depășite numai prin recunoașterea caracterului contradictoriu al întregii existențe. În acest sens, o altă legitate generală a cosmologiei, — *conservarea materiei și a mișcării* — poate fi extinsă: „Simetria este o proprietate «mai abstractă» decît conservarea sau invarianța”, susține E.H. Hutten. Or, cosmologia confirmă că Universul dispune de cîteva simetrii fundamentale: materie-mișcare, continuu-discontinuu, ordine-dezordine (negentropie-entropie).

Simetria finit-infinit însă, aplicată spațiului și timpului, produce complicații la nivele nonumane, adică în microcosmos și megacosmos. De aceea este de preferat a afirma că *Universul este inepuizabil*, în raport cu afirmația obișnuită a infinității Universului în spațiu și timp. Pentru că, referitor la modelul big-bang astrofizicianul sovietic V.L. Ghinzburg conchide: „timpul în apropierea «originii» își pierde accepția cunoscută și deci nu putem vorbi despre caracterul lui finit sau infinit fără rezerve speciale”, iar în microcosmos „cu mult mai puțin evidentă este concluzia ireversibilității timpului pentru particulele elementare, în cazul cărora interacțiunile sînt vădit simetrice în raport cu schimbarea semnului timpului, iar cerința de invarianță a tuturor proceselor față de o asemenea transformare este una dintre tezele fundamentale ale teoriei moderne”, afirmă cercetătorul sovietic V. Barașenkov. La fel, în problema spațiului la nivele nonumane, Peter Mittelstaedt, despre care am mai vorbit, este cel mai autorizat să se exprime: „Recunoașterea uneia dintre geometrii ca fiind cea

valabilă în spațiul real s-a arătat, de asemenea, a fi irealizabilă. În toate cercetările empirice e vorba de etaloane de lungime și cimpuri de forțe, însă niciodată de spațiul însuși, de geometria valabilă în el. O decizie empirică între geometriile euclidiene și neeuclidiene este din această cauză de asemenea imposibilă. Astfel, de pildă, academicianul român Octav Onicescu în lucrarea sa de bază, *Mecanica invariantivă și cosmologia* (1974), demonstrează că la legea empirică a lui Hubble se poate ajunge și pe o cale euclidiană. Condițiile inițiale de la care pleacă însă îl constring să aleagă finitul spațial: „Nu este ușor de acceptat ideea că Universul galaxiilor este finit, deși mecanica invariantivă o sprijină...” Cu toate acestea însă — deci, chiar și fără să accepte în problema spațiului *simetria polară finit-infinit*, de factură filosofică — Octav Onicescu subliniază o altă simetrie polară în Univers, deci o *contradicție*: „Între două corpuri oarecare ale Universului se exercită două forțe de interacțiune inertială, o forță de atracție reciprocă, care este gravitatea, a cărei parte principală este invers proporțională cu pătratul distanței, și o forță elastică, de respingere, proporțională cu distanța, foarte slabă chiar la distanțe de ordin planetar”. Adică, cele două laturi ale simetriei respective fiind:

- a. *Interacțiunea gravitațională* a lui Isaac Newton
 - b. *Interacțiunea dilatațională* a lui Edwin Hubble
- sau, pe scurt, *simetria polară atracție-respingere*. Polemizînd cu Albert Einstein în problema structurii spațiului („ceea ce Einstein consideră ca metrica universului... este nejustificat”), Octav Onicescu pune de fapt *spațiul* pe planul al doilea și observă, mai întâi, *materia în mișcare* dintr-un alt punct de vedere, acela al simetriei atracție-respingere; ceea ce, în esență, a făcut și Einstein cînd a trecut de la teoria relativității restrinse la relativitatea generalizată. Or, *simetria atracție-respingere* a fost observată, pe plan filosofic, și de către Friedrich Engels (1820—1895):

„forma fundamentală a oricărei mișcări este apropierea și depărtarea, contractarea și dilatarea, — pe scurt, vechiul antagonism polar al *atrakției* și *respingerii*. Atragem în mod deosebit atenția asupra faptului că noi nu considerăm nici atracția și respingerea drept așa-zise «forțe», ci ca *forme simple ale mișcării*. Așa cum și Kant considera materia ca unitate a atracției și respingerii.... Orice mișcare constă în interacțiunea dintre atracție și respingere. ... orice mișcare de atracție din Univers trebuie completată printr-o mișcare de respingere echivalentă, și invers. sau — așa cum a formulat-o filosofia veche cu mult înainte de a se fi stabilit în științele naturii legea conservării forței, respectiv a energiei — suma tuturor atracțiilor din Univers este egală cu suma tuturor respingerilor“ (*Dialectica Naturii*). Revenind la problema structurii spațiului, mai trebuie notată, cu privire la gândirea lui Octav Onicescu, interesanta idee a *spațiului fibrat*. Ne aducem, desigur, aici aminte de „crăpăturile“ în geometria de bază, generatoare de unde gravitaționale, pe care le-am întâlnit când am discutat despre modelul unui black hole în rotație (geometria lui Kerr). Numai că, în cazul lui Onicescu, *baza spațiului fibrat* rămâne universul clasic a lui Newton. „Această bază — scrie autorul — este reprezentată, în marea majoritate a experiențelor fizice, la orice scară, începînd cu cea nucleară și sfîrșind cu cea referitoare la nebuloasele extragalactice, de Universul cvadridimensional $S_N \times T = \underline{R}$.“ Iată ce înțelege savantul român prin produsul vectorial scris mai sus:

a. „Spațiul S_N este spațiul euclidian tridimensional al lui Newton. Este spațiul de localizare a corpurilor folosit de științele naturii și de tehnică“.

b. „Spațiul T de puncte, euclidian, unidimensional identic cu linia timpului din mecanica și din astronomia clasică.“ Este, deci, evident că *Universul $\underline{R}$, al cosmologiei invariante, în sensul lui Onicescu, are ca bază spațiul din geometria euclidiană. Spațiul acesta însă, este un spațiu fibrat. „Fibra sa —*

precizează autorul — este universul *Einstein-Minkowski*“, a cărui *metrică* are o formă matematică dată de relația:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 \quad (18)$$

În care *ds* este *elementul spațial* care caracterizează *metrica* respectivă; *dt* este un interval infinitesimal (adică, care tinde spre zero) între două momente de timp, *dr* fiind o distanță infinitesimală între două puncte ale spațiului caracterizat, iar *c* o viteză finită, în particular, ca de obicei, viteza luminii. Trebuie adăugat că *prin spațiu, în sensul elementului ds, se înțelege o noțiune mai largă ca aceea a spațiului geometric propriu-zis (caracterizat de elementul dr) care, după cum reiese din formula (18), conține și spațiul „istoric“ (caracterizat de elementul dt, al timpului)*. Academicianul Octav Onicescu, creatorul acestei interesante cosmologii românești, justifică în felul următor alegerea pe care a făcut-o privitoare la geometria de bază a Universului: „Întreaga experiență geometrică a arătat că expresia *ds*²-ului dă, în general, o informație locală și că prea puține sînt varietățile riemaniene pentru care un *ds* local poate da o informație pentru întreaga varietate, cum pretindem noi pentru forma liniară care să reprezinte universul, cu tot trecutul său, chiar și cu data nașterii sale, adică cu un moment cînd el se găsește într-o situație singulară“. Alegerea unui spațiu fibrat, cu o bază euclidiană, a condus la următoarele consecințe ale cosmologiei lui Onicescu: „Mecanica invariantivă, ca și aceea a lui Newton, dă legea dinamică a mișcării sistemului; una dintre consecințele acestei legi este conservarea impulsului total al sistemului, din care rezultă, fără nici o nouă ipoteză, o lege de tipul Hubble, justificînd astfel aplicarea mecanicii invariantive, așa cum legile lui Kepler au justificat mecanica lui Newton“. Aici, „o lege de tipul Hubble“ înseamnă mai mult decît formula (5) — legea distanțelor a lui Hubble—, înseamnă faptul că un *spațiu fibrat, în sensul lui Onicescu, poate, de asemenea, să caracterizeze simetria atracție — respingere (contracție — dilatare, ceea ce este identic cu*

simetria prăbuşire gravitaţională — expansiune Hubble) legat de o cosmologie euclidiană, întocmai ca şi o cosmologie relativistă. Din tot ce am spus până aici în paragraful de faţă şi, lăsînd la o parte faptele observaţionale, mai ales ale astronomiei (adică, dacă se confirmă sau nu expansiunea Universului), rezultă că, teoretic, aceeaşi materie în mişcare poate fi descrisă prin mai multe tipuri de spaţiu. Care este atunci structura intimă a spaţiului realităţii obiective? Ce înseamnă geometrie (spaţiu, în sens restrîns) şi ce înseamnă istorie (timp) mai ales la nivelele nonumane ale microcosmosului şi megacosmosului? Pentru că, din punct de vedere teoretic există, după cum se vede, mai multe răspunsuri la întrebarea de faţă, iar din punct de vedere practic-observaţional trebuie să fim întru totul de acord cu Octav Onicescu cînd scrie că experienţa geometrică de pînă acum constituie numai o informaţie locală. Mai mult chiar, trebuie din nou să subliniem că la nivel cosmologic, toate rezultatele astronomiei secolului al XX-lea par să constituie de asemenea, numai informaţii locale şi deci, deşi ele sînt necesare, ar fi prematur să le considerăm pe deplin suficiente atunci cînd facem judecăţi de valoare cu privire la „ansamblul” Universului, la originea, structura şi dinamica sa.

Pentru o mai bună înţelegere a celor ce urmează, în dorinţa de a interpreta cu claritate aspectul matematic pe care îl vom prezenta — necesar, la rîndul său, pentru abordarea filosofică a problematicii de faţă —, cititorul este îndemnat ca, odată cu lectura acestor rînduri, să aibă la îndemînă un creion, hîrtie de scris şi un echer. Cosiderăm, pe hîrtie, un punct C prin care trasăm, cu ajutorul echerului, două axe perpendiculare. Acestea constituie un sistem cartezian de referinţă. Axa orizontală (stînga-dreapta) — abscisa — măsurată, cu un etalon convenabil de lungime (putem lua etalon 1 cm), coordonată x ; similar, axa verticală (sus-jos) — ordonată — va măsura, cu acelaşi etalon, coordonată y . Intersecţia axelor va fi, desigur, originea coordonatelor astfel că, un punct $P(x, y)$ în planul hîrtiei va ocupa întotdeauna

una un loc anumit, în funcție de coordonatele x și y . Situația poate fi extinsă și în spațiu, unui punct $P(x, y, z)$ corespunzându-i un anumit loc în *spațiul euclidian* avînd, față de originea C , lungimea x , înălțimea y și lățimea z ; ordinea coordonatelor este desigur arbitrară dar, odată stabilită, se impune respectarea ei. Considerînd că, la rîndul ei, originea C are coordonatele x_1, y_1, z_1 și, judecînd la început lucrurile numai în planul hîrtiei, să fixăm pe axele de coordonate două puncte: $M(x_2)$ și $m(y_2)$. Unind printr-o linie dreaptă punctul M cu punctul m , se va forma un triunghi dreptunghic — ΔCmm — cu unghiul drept în originea C , celelalte două vîrfuri ale unghiurilor fiind în M și, respectiv, m . Dacă notăm cu Δr distanța — în linie dreaptă — dintre M și m , adică lungimea ipotenuzei triunghiului dreptunghic și dacă observăm că, în conformitate cu condițiile inițiale, stabilite mai sus, lungimile celorlalte două laturi ale triunghiului (catetele) sînt $x_2 - x_1$ și $y_2 - y_1$, putem, desigur, să aplicăm acestui triunghi dreptunghic relația lui Pitagora: pătratul ipotenuzei este egal cu suma pătratelor catetelor. Adică,

$$\Delta r^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 \quad (19)$$

Vrem acum să aducem punctele M și m cît mai aproape unul de celălalt. Deoarece M se află pe abscisă și m pe ordonată — ele neputînd să părăsească cele două axe — se observă că cu cît distanța dintre M și m este mai mică, cu atît punctele respective se apropie de originea C . Dacă lungimea Δr o reducem *oricît de mult se poate*, acest lucru se mai spune că o facem să tindă spre zero. Se știe că, în acest caz are loc o *trecere la limită* și că *limita* respectivă, adică cea mai mică distanță posibilă dintre M și m este o *diferențială*, care se notează cu dr . Analog, diferențialele din dreapta egalității (19) se vor nota cu dx și dy . Prin simboluri matematice, această operație

de trecere la limită se scrie astfel, avînd în vedere relația (19):

$$\lim_{\Delta r \rightarrow 0} \Delta r^2 = \lim_{x_2 \rightarrow x_1} (x_2 - x_1)^2 + \lim_{y_2 \rightarrow y_1} (y_2 - y_1)^2$$

sau, în limbajul diferențialelor, vom avea

$$dr^2 = dx^2 + dy^2 \quad (20)$$

Trecînd de la planul hirtiei pe care am desenat sistemul de coordonate, la întreg *spațiul euclidian cu trei dimensiuni* obținem, prin extindere,

$$dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (21)$$

și, în mod analog, o distanță oarecare în *spațiul euclidian cu trei dimensiuni*, pe aceleași raționamente dar fără o trecere la limită, va avea următoarea formă matematică, dacă avem în vedere distanța r dintre punctele $M(x_2, y_2, z_2)$ și $m(x_1, y_1, z_1)$ raportate la originea $C(x_1, y_1, z_1)$ a unui sistem cartezian de trei axe:

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad (22)$$

x, y, z fiind diferențele mărimilor corespunzătoare ca și în dreapta egalității de la (19).

După cum am văzut în exemplul dat, privind cosmologia lui Octav Onicescu, printr-un *spațiu euclidian cu patru dimensiuni (cvadridimensional)* se înțelege un spațiu în care fiecare punct are patru coordonate, față de un sistem de referință C , dintre care *trei coordonate sînt geometrice* (x, y, z) și *a patra este istorică* (t , adică *timpul*). Spațiul euclidian cu patru dimensiuni a fost introdus în știință de către Isaac Newton, în momentul cînd a definit — pe plan filosofic — categoriile de *spațiu absolut* și *timp absolut*. În marea sa operă *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (1687), adică *Principiile matematice ale filosofiei naturale* (tradusă în limba română în 1956), la capitolul *Definiții*, citim:

„Timpul absolut, adevărat și matematic, în sine și după natura sa, curge în mod egal fără nici o legătură cu ceva extern și cu un alt nume se cheamă și durată“. La fel, mai citim:

„Spațiul absolut, considerat în natura sa, fără nici o relație cu ceva extern, rămâne totdeauna asemenea și imobil“.

De aici rezultă că în orice punct al Universului un *eveniment* E este caracterizat printr-un număr de patru coordonate, trei spațiale (geometrice) și una temporală (istorică): x, y, z, t . Observind însă definițiile de mai sus, dacă considerăm două evenimente $E_1(x_1, y_1, z_1, t_1)$ și $E_2(x_2, y_2, z_2, t_2)$ oricât de distanțate în spațiul universal și dacă, din punct de vedere istoric — raportate la un sistem de referință $C(x_0, y_0, z_0, t_0)$ — ele au loc *simultan*, rezultă, fără îndoială, că $t_1 = t_2$ deoarece, după Newton, „timpul curge în mod egal“.

Spațiul newtonian, deci, este un spațiu euclidian cvadri-dimensional care, dacă îi fixăm un *element spațial* ds_N (N , de la Newton), și ținem seama de (21), se caracterizează prin relațiile:

$$ds_N^2 = dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2, \text{ și } dt^2 = 0 \quad (23)$$

ultima egalitate din (23) fiind evidentă deoarece dacă $t_1 = t_2$ rezultă că: $dt = \lim. (t_2 - t_1) = 0$

Se poate demonstra că relația (23) este independentă față de orice sistem de referință, dacă admitem un spațiu newtonian. Sau, altfel spus, la trecerea de la un sistem de referință la alt sistem de referință, spațiul newtonian se caracterizează prin faptul că relația (23) nu se schimbă. Se spune că ds_N^2 este un *invariant* al spațiului newtonian. Deoarece formulele de trecere de la un sistem de referință la alt sistem de referință, într-un spațiu euclidian, au fost stabilite pentru prima oară de către Galileo Galilei (1564—1642), mărimii ds_N^2 i se mai spune *invariantul lui Galilei*. Relația (23) prezentînd nul elementul temporal ($dt^2 = 0$) ascunde o semnificație foarte importantă: *în întregul Univers newtonian există posibilitatea ca semnalele fizice să se propage cu viteză infinită, adică instantaneu și, în felul acesta, controlul fizic al unor evenimente*

simultane este pe deplin asigurat. Am arătat însă, cu altă ocazie, că acest fapt este *ideal*, deci irealizabil în stadiul actual al științei, deoarece încă nu se cunoaște un mijloc de semnalizare care să depășească viteza c a luminii. Dacă reluăm triunghiul dreptunghic, schițat, și dacă presupunem că punctele M și m sînt centrele de masă a două îngrămădiri de galaxii, extrem de distanțate una de alta, în acest caz, în mod *real* intervin dificultăți în definirea unor *evenimente simultane*. Deoarece toate vitezele fizice cunoscute au o valoare limită — viteza luminii — în realitate, datorită acestui fapt, nu avem nici o posibilitate de control a evenimentelor simultane pentru punctele M și m , dacă aceste puncte sînt suficient de îndepărtate. Dacă presupunem, într-un caz mai general, că $t_1 \neq t_2$ — fiindcă, în noua viziune, nimic nu mai poate justifica existența unui timp absolut, newtonian, adică într-o viziune relativistă — legătura între timpurile relative t_1 și t_2 se poate face prin traiectul undelor electromagnetice, deci a semnalelor luminoase. Acestea sînt, deocamdată, cele mai rapide semnale posibile în realitatea obiectivă, la nivelul cunoașterii actuale umane. Știind că, într-o mișcare rectilinie și uniformă, distanța r între două puncte este dată de produsul scalar dintre viteza de propagare a fotonului (sau a altei particule materiale) și intervalul de timp respectiv, dacă ne menținem între limitele teoriei relativității restrinse, care neapelînd la gravitație păstrează încă propagarea luminii în linie dreaptă dar cu viteză finită, putem da expresia distanței dintre punctele M și m , sub forma ei diferențială astfel:

$$dr = c dt \quad (24)$$

Să luăm din nou, pe hîrtie, un sistem de două axe rectangulare și, de această dată considerăm un spațiu fibrat: punctul M presupunem că corespunde geometriei de bază — euclidiană, cu elementul ds_N , punctului m însă, presupunem că îi corespunde o fibră — neeuclidiană, cu un element pe care îl notăm ds_L . Legătura dintre evenimentele E_1 petrecute în M și eve-

nimentele E_2 petrecute în m , va fi mijlocită de către relația (24). Astfel că, dacă C este originea axelor de coordonate, distanța CM pe abscisă se va putea exprima prin unități ale lui ds_N și, de asemenea, distanța Cm poate fi reprezentată prin unități ale lui ds_L . Obținem în acest caz un *triunghi analogic* cu ipotenuza egală cu dr , dat de (24). Alegind în așa fel pozițiile lui M și m pe axele de coordonate încît factorul de proporționalitate (factorul de „scară”) între unități să fie egal cu 1, din nou relația lui Pitagora ne va da următorul rezultat:

$$dr^2 = ds_N^2 + dL^2$$

și, ținînd seama de (23) și (24) obținem:

$$ds_L^2 = c^2 dt^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2) \quad (25)$$

Egalitatea (25) coincide cu (18) și reprezintă, după cum am văzut, metrica universului Einstein-Minkowski. Acest element metric, dat de formulele (18) și (25), poartă numele de *invariantul lui Lorentz*.

Dacă mecanica clasică este o teorie Galilei-invariantă, relativitatea restrînsă este o teorie Lorentz-invariantă, deoarece trecerea de la un sistem de referință la alt sistem de referință în relativitatea restrînsă se face prin intermediul *transformărilor lui Lorentz*. Ne mulțumim numai a le aminti, fără să ne ocupăm de ele (la fel și transformările lui Galilei), fiindcă nu intervin direct în discuția noastră cu privire la problematica cosmologică.

Pe aceleași principii, expuse pînă aici, se poate ajunge la o metrică, mult mai complicată, dacă se ține seama de cîmpul director, adică, față de metricile stabilite pînă acum, se consideră și „strîmbarea” razei de lumină, pe lîngă faptul că fotonii sau alte particule se propagă cu o viteză finită. Noua metrică va corespunde principiilor teoriei relativității gene-

ralizate. Ne referim la *invariantul Robertson—Walker* dat de expresia matematică:

$$ds_{RW}^2 = c^2 dt^2 - \frac{R^2(t)}{\left(1 + \frac{K r^2}{4}\right)^2} (dx^2 + dy^2 + dz^2) \quad (26)$$

unde r^2 este dat de relația (22), $R(t)$ este *factorul de scară*, care se mai numește și „*raza Universului*“, iar K este un parametru care poate varia între valorile $+1$ și -1 . De aici rezultă mai multe *modele relativiste de univers*. Dacă $K = +1$, spațiul obținut are o curbura pozitivă fiind eliptic; dacă $K = 0$, spațiul obținut are o curbura nulă și, deci, este euclidian; dacă $K = -1$, curbura spațiului rezultat este negativă, acesta fiind hiperbolic. În cazul în care t (timpul) se menține constant varianta dobândită este spațiul Riemann cu 3 dimensiuni.

Se observă, deci, multitudinea modelelor de univers! În această situație este foarte greu, dacă nu imposibil, să se spună ceva despre *esența spațiului real*. Lucrurile se complică și mai mult dacă punem în discuție, pe lângă invariantul lui Robertson—Walker, mai ales invariantul lui Lorentz. Aici, lucrurile iau o altă întorsătură. Relația (25), pusă sub forma concentrată (18), poate pune în evidență două situații, absolut distincte, în ceea ce privește corespondența dintre evenimentele $E_1(r_1, t_1)$ și $E_2(r_2, t_2)$. Astfel:

Situația A. Evenimentele se află unul față de altul în poziție de tip temporal și, caracterizându-se prin succesiune, există între ele un interval temporal. Condiția matematică a Situației A este dată de inegalitatea

$$c^2(t_2 - t_1)^2 - (r_2 - r_1)^2 \geq 0 \quad (27)$$

Situația B. Evenimentele se află unul față de celălalt în poziție de tip spațial și, fiind caracterizate printr-o incertă

cvasisimultaneitate, există între ele un *interval spațial*. Condiția matematică impusă de *Situația B* este dată de inegalitatea

$$c^2(t_2 - t_1)^2 - (r_2 - r_1)^2 < 0 \quad (28)$$

După cum vom vedea, situațiile de mai sus — A și B — au importanță nu numai pe planul cosmologiei ci și pe acela, mai general, al filosofiei. Ele, de fapt, ne confirmă că *în condițiile nonumane ale megacosmosului* problema cunoașterii Universului se izbește de anumite aspecte limitative — generate de viteza finită de propagare a oricăror semnale, precum și de geometria variabilă a câmpului director, dar și de starea generală a materiei în Univers — adică, cunoașterii Universului i se opun anumite *incertitudini* greu de depășit în stadiul actual al științei. Aceste incertitudini însă nu se referă propriu-zis la *materia în mișcare* (categoria de bază a oricărei filosofii materialiste!) ci, mai ales, la ceea ce vrem să înțelegem în realitatea obiectivă prin *spațiu* (geometrie) și *timp* (istorie).

Dacă, din nou, considerăm un sistem rectangular de două axe și, pe abscisă înfățișăm *valorile spațiale* r , iar pe ordonată, de asemenea purtăm *valorile temporale* t , vom avea o *reprezentare grafică spațiu-timp*. Este cunoscut faptul că o ecuație de gradul I (intli) se reprezintă grafic sub forma unei linii drepte. Așadar, pe foaia de hirtie pe care o avem în față, putem desena linia dreaptă care corespunde ecuației

$$r = kct \quad (29)$$

în care variabilele sînt, evident, t (timpul) și r (spațiul). Această linie va trece prin originea C a axelor de coordonate, deoarece ecuația (29) are forma unei funcții $x = ay + b$ în care $b = 0$, deci o formă de gradul I fără termen liber. Constanta c este — în general — viteza de propagare a celor mai rapide semnale posibile, iar k poartă numele de *scară* (sau *factorul de scară*) deoarece asigură proporționalitatea dintre unitățile de măsură cu care se operează în reprezen-

tarea spațio-temporală. Dreapta (29) va avea față de axele de coordonate o anumită „pantă”, adică o înclinare. Dacă notăm cu ω unghiul de înclinare pe care îl are dreapta (29) cu axa timpului (ordonată sistemului), acest unghi va fi dat de relația care exprimă raportul dintre mărimile variabile:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{r}{t} = kc \quad (30)$$

ceea ce ne spune faptul că pentru una și aceeași viteză maximă de propagare a semnalelor și la aceeași scară, dreapta (29) păstrează una și aceeași înclinare față de axele de coordonate. Luând $c = 299\,792,5$ Km/s (viteza luminii în vid) și $k = 1$ se obține un unghi de aproape 90° :

$$90^\circ 00' 00'' > \omega > 89^\circ 59' 59'' \quad (31)$$

Aceasta înseamnă că dreapta (29) practic se suprapune peste axa spațiului, cînd, pe reprezentarea grafică întocmită, cu aceeași unitate de lungime — un centimetru, de exemplu — se înfățișează un kilometru pe abscisă și o secundă de timp pe ordonată. În cazul (31) unghiul ω acoperă aproape tot planul în care are loc reprezentarea spațio-temporală, adică planul hirtiei pe care s-a executat acest grafic. Dacă ne alegem o altă scară, de exemplu $k = c^{-1} = (299\,792,5)^{-1}$ Km/s obținem $\operatorname{tg} \omega = 1$ și, deci, $\omega = 45^\circ$. În acest caz dreapta (29) va fi bisectoarea unghiului drept format de axele rectangulare de coordonate. Unghiul ω va „acoperi” numai jumătate din „sfertul de plan” care — după cum se afirmă în trigonometria elementară — formează *cadranul I*. Prelungind însă segmentul de dreaptă (29) și în *cadranul III*, între această dreaptă și axa timpului (în partea valorilor ei negative) va fi o deschidere egală în valoare tot cu unghiul ω , deoarece cele două unghiuri la care ne referim — din *cadranul I* (unghiul dat de relația $\operatorname{tg} \omega = kc$) și din *cadranul III* — sînt opuse la virf. Închipuindu-ne acum în loc de planul hirtiei pe care am executat graficul respectiv, o reprezentare „în spațiu”, adică o reprezentare față de un

sistem de trei axe de coordonate, rectangulare — la primele două, t și r , mai adăugind axa r' —, dreapta (29) pusă într-o mișcare de rotație în jurul axei t a timpului va descrie un *con de rotație*, cu două suprafețe, una pozitivă și alta negativă. Dreapta (29) devine tocmai generatoarea acestor suprafețe. Suprafața pozitivă de deasupra planului format de axele r și r' va avea vârful în C și deschiderea conului egală cu ω , întocmai ca și suprafața negativă; dar bazele acestor suprafețe conice vor fi opuse, față de planul format de axele r și r' , și se vor afla la plus infinit și, respectiv, minus infinit, în sensul de creștere a valorilor timpului pe axa t — pentru suprafața pozitivă — și în sensul invers creșterii valorilor timpului, pentru suprafața negativă. Generatoarea acestor suprafețe conice, dreapta $r = kct$, reprezintă tocmai traiectoria particulelor care călătoresc cu viteza c și care — conform teoriei relativității restrinse — este o *limită a vitezelor fizice*. De aceea conul de rotație obținut în felul descris mai sus poartă numele de *con de lumină* și suprafețele lui conțin *totalitatea traiectoriilor tuturor particulelor care au viteza c* . Revenind la reprezentarea grafică spațiu-timp, să observăm că planul hirtiei pe care am făcut această reprezentare conține tocmai o *secțiune plană a conului de lumină* și dreapta (29), precum și simetrica ei — în raport cu axa timpului — sînt drepte pe care obiectele se mișcă cu viteza c în universul Einstein-Minkowski, dat de metrica (18) sau (25).

Considerăm, din nou, două evenimente care au loc în Univers: evenimentul $E_1(r_1, t_1)$ — desfășurat în punctul geometric $r_1(x_1, y_1, z_1)$, la momentul t_1 — și evenimentul $E_2(r_2, t_2)$, care s-a produs (sau se va produce) în punctul geometric $r_2(x_2, y_2, z_2)$ la momentul t_2 . Între aceste evenimente — raportate la același sistem de referință — există, dacă ele nu coincid, un *interval temporal* dat de inegalitatea (27) și, de asemenea, un *interval spațial* definit de inegalitatea (28). Adică, pe scurt, dacă evenimentele E_1 și E_2 nu coincid, între ele trebuie să existe o *succesiune* (dacă E_1 se produce în *prezent*, E_2 fie că s-a produs în *trecut*, fie că se va produce în

viitor) și o anumită *distanță geometrică*. Primul interval, de mai sus, se va măsura cu un *etalon de timp* (secunda de timp, anul etc.), iar al doilea, se va exprima printr-un *etalon de lungime* (centimetru, kilometru, unitate astronomică, an-lumină, parsec etc.). Privind reprezentarea grafică spațiu-timp pe care am întocmit-o pe hirtia din fața noastră, alăturată, cum am convenit, să plasăm exact în originea C a axelor de coordonate tocmai evenimentul $E_1(r_1, t_1)$. Deoarece, după cum am precizat, evenimentul $E_2(r_2, t_2)$ nu coincide cu E_1 , plasarea lui pe grafic poate să comporte două situații. În *Situația A* evenimentul E_2 poate să-și ocupe un loc în interiorul secțiunii conului de lumină pe care l-am definit mai sus. *Situația B* corespunde desigur cazului în care evenimentul E_2 se află în exteriorul secțiunii plane a conului de lumină. Mai există *Situația limită* când E_2 se află pe dreapta (29) sau pe simetrica ei în raport cu axa timpului, dar pe aceasta o includem tot în *Situația A* ca un caz particular. Se demonstrează, într-adevăr, că dacă evenimentul E_2 este — în raport cu evenimentul E_1 , din originea C a axelor timpului și spațiului — în *Situația A* se satisface inegalitatea (27); evenimentul E_2 se află în interiorul conului de lumină, iar evenimentele E_1 și E_2 sînt în poziție de tip temporal. Dacă, în plus, evenimentul E_2 își are sediul în partea conică delimitată de suprafața pozitivă, cu siguranță E_2 se produce în viitor față de evenimentul E_1 (care, fiind în originea C, se produce în prezent). Invers, dacă E_2 se află în interiorul conului de lumină delimitată de suprafața negativă („sub” punctul C), rezultă că E_2 s-a produs în trecut față de evenimentul E_1 ; numai în acest ultim caz evenimentul E_2 poate fi cauza evenimentului E_1 . În cazul particular cînd este satisfăcută egalitatea

$$c^2(t_2 - t_1)^2 - (r_2 - r_1)^2 = 0 \quad (32)$$

evenimentul E_2 aflîndu-se, în acest caz, pe generatoarea conului de lumină, înseamnă că E_2 — fiind în poziția limită de tip temporal — suportă în plus împrejurarea pe care o are un

foton de a se mișca cu viteza c . În sfârșit, *Situația B* — *prezența evenimentului E_2 în orice punct al spațiului-timp care nu se află în interiorul sau pe conul de lumină* — *satisface inegalitatea (28) și, astfel, evenimentele E_1 și E_2 fiind despărțite de un interval spațial, se află în poziție de tip spațial.*

Privind reprezentarea grafică, realizată pe hirtie, cu axele de coordonate ale timpului și spațiului care se intersectează în evenimentul E_1 și observînd secțiunea plană a conului de lumină, ne convingem, în scurt timp, că evenimentul E_2 nu poate fi *concomitent* atît în Situația A cit și în Situația B, adică nu poate să fie atît în interiorul conului de lumină, cit și în exteriorul său. De aici rezultă o *evidentă nedeterminare*: *cu cît evenimentele E_1 și E_2 sînt mai distanțate în spațiu-timp, cu atît crește incertitudinea în cunoașterea unuia dintre cele două intervale care le desparte, intervalul temporal sau intervalul spațial.* Dacă este satisfăcută inegalitatea (27), va putea fi cunoscut cu certitudine intervalul temporal, dar va fi incert intervalul spațial. Situația este inversă dacă este valabilă inegalitatea (28): pot fi cunoscute pozițiile r_1 și r_2 , cu exactitate, dar sînt incerte momentele t_1 și t_2 de producere a evenimentelor și, deci, nu se mai poate stabili — fără riscul unei oarecari erori — dacă evenimentul E_1 s-a produs în trecut, înaintea evenimentului E_2 , este simultan cu el, sau se va produce în viitor, după momentul producerii evenimentului E_2 . Privim, de exemplu, printr-un binoclu frumoasa galaxie din constelația Andromeda. O vedem *în trecut*, deoarece imaginea ei a călătorit cu cea mai mare viteză posibilă — conform relativității restrînse — dar, totuși, o viteză finită; așadar vedem înfățișarea pe care această galaxie o avea acum 1,5 milioane de ani, adică pe vremea cînd pe Terra hominizii deveneau oameni. Care este imaginea ei de acum? Observația directă este, azi, imposibilă! „Fotografia” *actuală* a galaxiei din Andromeda ne va parveni peste... 1,5 milioane de ani. Așadar, dacă *localizarea în spațiu* o conside-

răm exactă, presupunind că metoda de determinare a distanței este perfectă și, în plus, că lumina se propagă în linie dreaptă (condiția relativității restrinse care, desigur, are și ea limitele ei), avem oricum incertitudini în privința *simultaneității* evenimentului E_2 (imaginea *actuală* a galaxiei din Andromeda), deoarece pentru noi, care, prin contemplarea actuală a imaginii trecute a galaxiei, consumăm în *prezent* evenimentul contemplării (E_1), evenimentul E_2 va avea loc în viitor, *probabil* peste 1,5 milioane de ani. S-ar putea reproșa că, prin metode indirecte — de pildă prin cunoașterea perfectă a modului de evoluție a unei galaxii de tipul Andromedei (condiție care azi nici ea nu este îndeplinită, dar care este posibilă a fi îndeplinită în viitor) — se poate *reconstitui* imaginea actuală, reală, a galaxiei din Andromeda. Desigur, dacă calea evolutivă este cunoscută, se poate înfăptui azi o „reconstrucție“ a imaginii de simultaneitate, adică imaginea care este reală, în prezent. Numai că, această reconstituire, oricât de perfectă ar fi, rămâne totuși la nivelul unei ipoteze, fără o posibilitate de verificare în următorii 1,5 milioane de ani, pînă cînd, cel mai rapid „vehicul“ posibil — lumina — va aduce la destinație — pe Terra — „fotografia“ de azi a Andromedei. Așadar, *incertitudinea* persistă, mijlocul actual de verificare practică nu există și, deci, rămîne ipoteza deoarece se confirmă că *practica este criteriul adevărului*. Cu atît mai mult *dacă avem în vedere domeniul nonuman al megacosmosului, inegalitățile produse de invariantul lui Lorentz pun în evidență incertitudini în cunoașterea concomitentă a intervalelor temporale și spațiale referitoare la aceleași evenimente*.

Nici cel puțin cazul particular, cînd este satisfăcută relația (32), nu rezolvă această problemă. Anularea invariabilității lui Lorentz nu înseamnă nicidecum univocitate. Albert Einstein în celebra lui carte, deloc voluminoasă dar plină de ideile sublime ale spiritului atotcuprinzător, *The meaning of relativity* (*Teoria relativității*, ediția din 1955) scrie, referitor la această anulare, că din ea „nu se poate deduce

că cele două puncte spațio-temporale coincid", adică evenimente E_1 și E_2 . Einstein mai adaugă că anularea (32) invariantului lui Lorentz „constituie numai condiția invariantă ca două puncte spațio-temporale să poată fi legate în viitor printr-un semnal luminos". După ce arată că Minkowski numit *intervale temporale* acele segmente de dreaptă, în reprezentarea spațio-temporală, care „reprezintă porțiuni de traiectorii posibile cu viteze inferioare vitezei luminii" (în interiorul conului de lumină) — separându-le net de *intervale spațiale* — Albert Einstein, într-o paranteză, adaugă „imposibilitatea pentru corpurile materiale de a avea viteze superioare vitezei luminii rezultă din apariția radicalului $\sqrt{1-v^2}$ în transformarea specială a lui Lorentz", unde v este viteza evenimentului E_2 în raport cu E_1 .

Referindu-ne la incertitudinile din domeniul nonumal al megacosmosului, pe care am putea să le numim ale lui Einstein-Minkowski, cu toate că au la bază invariantul lui Lorentz, mai trebuie adăugat că acestea sînt amplificate de starea fizică a materiei din megacosmos. După cum am văzut starea de plasmă este preponderentă în universul astronomic cunoscut; astfel că „transportul" etaloanelor de spațiu și de timp de la evenimentul E_1 la evenimentul E_2 , în scopul măsurării efective, duce în mod inevitabil la „deformarea" acestora, mai ales că în condițiile de plasmă superdensă — caracteristică fazei de stea neutronică și black hole — schimbările de structură respective se produc pînă la nivelul particulelor elementare. Astfel că, în explicarea „decalării spectrale" a liniilor spectrale ale galaxiilor îndepărtate, au fost elaborate și ipoteze cu privire la așa-zisa „îmbătrînire" a fotonilor în drumul lor dintre evenimente. Or, fotonii sînt ei înșiși „informativi" despre sursa emițătoare. Există, în acest sens, și o ipoteză românească, aparținînd lui Aurel Gherasim.

Despre incertitudinile analizate aici, corespunzătoare mai ales nivelului megacosmic, vorbește și specialistul sovietic V.A. Fock în voluminoasa sa lucrare *Teoria prostans...*

cremenii i tiagotenia (Teoria spațiului, timpului și gravitației 1961): Denumirea de evenimente *coasisimultane* este justificată deoarece „noțiunile de «mai înainte» și «mai târziu» devin relative: în unele sisteme de referință se poate întâmpla ca $t_2 - t_1 > 0$, iar în altele, $t_2 - t_1 < 0$. De aceea, problema care din cele două emisii s-a produs mai înainte nu va mai avea acum un răspuns univoc”.

Incertitudinile din megacosmos amintesc de simetricile lor din celdălalt domeniu nonuman: micocosmosul. Aici, au devenit celebre cunoscutele relații de incertitudine ale lui *Werner Karl Heisenberg* (1901–1976). Este vorba, din punctul de vedere a expresiei matematice, tot de o inegalitate. Dacă o particulă elementară de masă m se află în starea (x, p) , unde x este poziția acestei particule în raport cu un sistem anumit de referință, iar p impulsul ei ($p = mv$, unde v este viteza particulei) se demonstrează că la o variație în timp a mărimilor x și p , există întotdeauna inegalitatea:

$$\Delta v \cdot \Delta x \geq \frac{h}{m} \quad (33)$$

unde Δv și Δx sînt variațiile respective, iar h constanta lui Planck. „Această relație — afirmă P. Mittelstaedt — numită relație de incertitudine a lui Heisebberg, arată că p și x nu pot fi măsurați simultan precis, deoarece, dacă se mărește precizia măsurării lui x , de exemplu printr-o lungime de undă a luminii mai mică, atunci prin aceasta se înrăutățește cunoașterea impulsului. Invers, se înrăutățește precizia măsurării lui x , dacă se micșorează reculul Compton folosind lumină cu lungime de undă mai mare.” Relația este valabilă și dacă măsurătoarea se face cu particule de substanță. Autorul citat mai adaugă că „nu sînt posibile niciodată măsurători mai precise decît permite relația de incertitudine”. În esență, dacă în macrocosmos Luna este iluminată de razele Soarelui și, prin intermediul acestor raze observăm de pe Terra satelitul nostru natural, oricît de precise măsurători am face, acestea, în general, nu vor fi eronate datorită

fotonilor care ne luminează Luna (fără de care n-o putem observa!), deoarece diferența de mase, dintre masa Seleniei și masa fotonilor care o bombardează, este arhisuficient de mare pentru a nu suferi perturbații sesizabile cu orice instrument de măsură. Nu același lucru se întâmplă în microcosmos. Masa particulei care „luminează” particula cercetată este de același ordin de mărime cu masa m . Studiul teoretic amănunțit al *procesului de măsurare* a arătat că în cazul microcosmosului separarea obiectului cercetat de aparatul de măsură — *tăietura*, cum s-a numit — este principial imposibilă: „Cauzele pentru această limitare a posibilităților de cunoaștere trebuie căutate în legile fizice ale aparatelor de măsură. Aceste legi sînt însă componente ale aceleiași teorii cuantice.” Concret, se confirmă că „perturbația pe care o exercită instrumentul de măsură asupra obiectului”, pînă la urmă este cauzată de o interacțiune între cele două”.

Revenind la macrocosmos și megacosmos, trebuie adăugat faptul că toate aceste noțiuni analizate constituie, de fapt, o generalizare firească, o definire precisă, a unor aspecte cunoscute și în cosmologia mai veche, prerelativistă. Desigur că au apărut și orientări absolut noi, care au eliminat multe dintre *paradoxurile* astronomiei, fizicii și cosmologiei prerelativiste. Era de mult cunoscut faptul că *privind stelele firmamentului privim în trecut*, că facem, într-un fel... istorie! Azi a devenit însă cu mult mai clar faptul că *în legăturile cosmice simultaneitatea absolută a „mesajelor” este imposibilă*. Pentru că, o legătură fizică mai rapidă de cît legătura realizată prin viteza c , pare azi, deocamdată, imposibilă. Astfel, ca un fel de mărturie istorică a cunoașterii în trecut a acestor fapte — mai vag însă — sînt și modernele versiuri, profund cosmologice, din *La steaua* a lui Mihai Eminescu. La aproape un secol de la publicare (1 decembrie 1886) ele sînt de mare actualitate, motiv pentru care au fost traduse în multe limbi. Dar astăzi fenomenul descris a primit două căi diferite de abordare: calea teoretică, relativistă, pe care am tratat-o în măsura în care a fost necesar, precum și calea

practică, despre care trebuie să scriem cîteva cuvinte. Privind reprezentarea grafică spațiu-timp și luînd în formula (29) $k = 1$, am văzut, conform cu (31) că — în acest caz — *conul de lumină umple aproape tot domeniul spațiu-timp din apropierea originii*. Acest lucru se interpretează în sensul că, dacă prin același centimetru, pe grafic, înțelegem o secundă (pe axa timpului) și un kilometru (pe axa spațiului) rezultă că *scara* pe care o folosim este în lumea evenimentelor spațio-temporale clasice și, ca atare, fenomenul relativist nu este sesizabil. La o schimbare însă a scării, convenabilă, pe grafic se evidențiază în primul rînd fenomenul relativist, astfel că *conul de lumină* apare distinct și împarte întregul domeniu în două mari zone — temporală și spațială. — după cum am văzut. Astfel, dacă exprimăm viteza c în unități astronomice pe secundă, în acest caz unui centimetru de pe grafic îi va corespunde 1 U.A. pe axa spațiului și 1 secundă pe axa timpului, încît

$$c = 0,0020039 \frac{\text{U.A.}}{\text{s}}$$

și desigur că, unghiul ω , calculat cu aceste elemente, va da o altă pantă dreptei (29) care să permită evidențierea celor două domenii distincte. Dar, fenomenul primește importanța sa practică din ce în ce mai mare odată cu dezvoltarea astronauticii, a zborurilor cosmice la mari distanțe. Se poate vorbi despre o *eroare minimă posibilă în stabilirea simultaneității evenimentelor E_1 și E_2* . Sau, altfel spus, *întîrzierea minimă cu care constatăm pe Terra un anumit eveniment cosmic*. De exemplu, un semnal de la Soare la Pămînt nu poate veni mai repede decît în 8 minute și 19 secunde: aceasta este întîrzierea minimă posibilă a unor raze de mare intensitate sosite la Pămînt în urma unei eventuale erupții cromosferice solare. La fel, o comandă dată de pe Terra unui vehicul spațial care se află pe Lună nu poate avea o întîrziere sub o secundă de timp. Astfel că, *frontul informațional* (comenzi etc.) plecat de pe Pămînt cu viteza cea mai mare posibilă, viteza c

a luminii, nu poate, în nici un caz, reduce întârzierea minimă. La o anumită distanță de Pământ, informațiile primite de un echipaj cosmic oarecare — datorită întârzierilor minime — pot fi tardive. De aceea chestiunea incertitudinii produsă de viteza limită posibilă devine, treptat, importantă și în domenii practice, mai ales în domeniul astronauticii. *Tabela 4* arată întârzierile minime, în timp, în funcție de distanța în kilometri, până la o oră întârziere minimă.

Tabela 4

Distanța în kilometri	Întârzierea minimă a informației
299 792,5 Km	1s
599 585,0	2
899 377,5	3
1 199 170,0	4
1 498 962,5	5
2 997 925,0	10
17 987 550,0	60 = 1m
1 079 253 000,0	3 600 = 1h

Se observă, din tabelă, că într-o oră „poșta” cosmică cea mai rapidă poate răspindi informații aproximativ până în zona planetei Saturn.

De fapt, tot în interiorul sistemului solar au început, pe plan astronomic, confirmările observaționale ale teoriei relativității. Nu numai eclipsele de Soare, după cum am arătat, dar și un fenomen mult mai subtil a contribuit la incurajarea teoriei: Lenta deplasare în timp a periheliului propriu al fiecărei orbite planetare. Desigur că acțiunea gravitațională a Soarelui a fost maximă, în această privință, pentru cea mai apropiată dintre planete. Astfel, *mișcarea periheliului planetei Mercur*, pusă în evidență de observația astrono-

mică, a fost adusă ca mărturie în plus pentru afirmarea relativității generale, de către însuși Albert Einstein în lucrarea lui celebră. Mai recent (1974) aceeași mișcare a periheliului a fost tratată și prin prisma mecanicii invariante, de către Ieronim Mihailă. Desigur că această modestă încercare nu știrbește cu nimic infailibila teorie a relativității generale a lui Albert Einstein. Din contră, poate că este o notă în plus care contribuie la ideea, expusă în paginile trecute, că problema spațiului și timpului — ca entități ale realității obiective — depășește cadrul cosmologiei. Din nou gândul se îndreaptă spre „teoria parametrilor ascunși“, la care adăugăm, într-o viziune mai clară, incertitudinile de care s-au izbit cercetătorii în *domeniile nonumane* ale megacosmosului și microcosmosului. Immanuel Kant, în nu mai puțin celebra și autoritară sa critică, tipărită în anul 1781 — *Kritik der reinen Vernunft (Critica rațiunii pure)* — la capitolul *Sistemul ideilor cosmologice* vorbea despre „cele două cuante originare ale oricărei intuiții a noastre, *spațiul și timpul*“. Henri Poincaré, în filosofica lucrare *La Science et l'Hypothèse (Știință și ipoteză, 1914)*, scrie: „Se poate spune, că prin selecție naturală spiritul nostru s-a adaptat la condițiile lumii exterioare, că el a adoptat geometria cea mai avantajoasă pentru specie; cu alte cuvinte, cea mai comodă. Ceea ce este cu totul în conformitate cu concluziile noastre, după care geometria nu este adevărată, ea este avantajoasă.“ Să-l mai cităm din nou pe Albert Einstein? Punctul acesta de vedere este tot atât de necesar: „Din faptul că nu există nici o despicare cu sens obiectiv a continuumului cuadridimensional într-un continuum tridimensional spațial și unul unidimensional temporal, rezultă că legile naturii iau forma lor cea mai satisfăcătoare din punctul de vedere logic, dacă se exprimă ca legi în continuumul cuadridimensional spațio-temporal“.

Se poate crede că timpul și spațiul la nivele nonumane (microcosmos și megacosmos) au rolul de „catalizatori“ în procesul cunoașterii. Ontologic vorbind, este același lucru a admite că spațiul pur și timpul pur există sau nu există,

deoarece, după cum se constată, timpul și spațiul nu au *valoare* decît numai în interdependență cu materia în mișcare. Avînd în vedere aspectele spațiului și timpului la nivele non-umane, s-ar putea admite că nu timpul este ireversibil, ci viața, ca formă superioară de organizare a materiei. Pentru că, atunci cînd spunem că „stelele se nasc” înțelegem, de fapt, o naștere *prin analogie* cu viața, dar, de fapt, după cum am văzut, sensul de evoluție este ciclic; dacă sistemul ar fi închis, timpul ar apare ca reversibil. Sistemul fiind însă deschis, istoria nu se repetă în aceleași condiții și dă impresia de ireversibilitate a timpului. Este, deci, necesar să se observe *valoarea umană* a timpului și spațiului. Ele pot fi considerate, în acest sens, ca elemente constitutive și apriorice ale conștiinței sociale. De aceea, raportate la individ, spațiul și timpul sînt categorii obiective, în afara conștiinței individuale. Evident că, pentru Universul-neființă timp și spațiu nu există. Există istorie (timp) și geometrie (spațiu) numai cînd există subiectul cunoscător, conștiința individuală și conștiința socială care să le creeze, modelîndu-le pe măsura cunoașterii formelor materiei în mișcare. După cum am văzut, la nivel nonumane spațiul și timpul sînt entități discutabile. În secolul trecut, nivelul cunoașterii era încă în cea mai mare măsură macrocosmic. În acest sens F. Engels precizează că „cu fiecare descoperire epocală în domeniul științelor naturii, materialismul trebuie să-și schimbe forma” (*Ludwig Feuerbach și sfîrșitul filosofiei clasice germane*).

Se demonstrează că, în cazul relativității generale, săși *conurile de lumină* din reprezentarea spațiu-timp se deviate de către cîmpurile gravitaționale. În zona unui black hole devierea este atît de mare încît însăși „pilnia” vitezelor limită *c* este întoarsă spre suprafața presupusului black hole, deci toate intervalele temporale posibile converg, această dată, spre așa-zisa *singularitate*. De acolo *timpul se oprește în loc!* Cît despre spațiu, se poate spune și mai puțin. Albert Einstein scria: „După părerea mea singularitățile trebuie, excluse. Nu ni se pare rezonabil

introducem într-o teorie a continuumului puncte (sau linii etc.) pentru care ecuațiile cîmpului să nu mai fie valabile". Să fie oare galaxiile spirale, sublime vârtejuri, taifunuri de la tropicele Universului, în care mișcarea convergentă a cicloului cosmic să tragă uriașe ceruri de stele spre cîte un minuscul black hole? Oricum, conștienți de faptul că în secolul trecut relativitatea generală încă nu era născută, este, totuși, izbitoare asemănarea dintre black hole-ul de azi și imaginea Hyperionului:

*„Căci unde-ajunge nu-i hotar,
Nici ochi spre a cunoaște,
Și vremea-ncearcă în zadar
Din goluri a se naște.“*

8. Ființa gînditoare și Universul cosmic

O planetă cu viață la un milion de stele. Anumite cercetări de statistică stelară par să conducă spre acest raport. Pentru întreaga Galaxie, deci, numărul „lumilor locuite“ s-ar ridica la circa 150 000. Așadar, în nici un caz *nu sîntem singuri în Galaxie!* Printre cele 150 000 de planete locuite, simultan cu noi, în mod necesar trebuie să existe (numai în Galaxie) sute sau poate mii de „terre“ care — asemenea Pămîntului — au prezentat condiții deosebite nu numai pentru apariția vieții, dar și pentru evoluția ei spre forme care permit înfăptuirea saltului calitativ al gîndirii. Ființe raționale în Galaxie, în mod legic, necesar, trebuie să existe. Evident, distanțele dintre civilizații pentru mijloacele noastre de comunicații actuale sînt practic infinite. Ele s-ar reduce însă simțitor dacă am admite ipoteza acelor oameni de știință care consideră că ar fi posibile în realitate forme de viață clădite pe un alt fundament biochimic al vieții decît cel terestru, al compușilor carbonului. Unii și-au imaginat chiar posibilitatea apariției și dezvoltării vieții în Univers pe bază de compuși silico-organici, a unui mediu

amoniacal etc. Un început de modelare, aşadar, în biochimia Cosmosului. Oare atunci, chiar planetele gigante ale propriului nostru sistem planetar n-ar putea fi locuite? Şi în acest caz, O.Z.N.-urile — dacă presupunem că ar fi rezultatul activităţii unor fiinţe extraterestre — n-ar putea veni, nu de la zeci şi sute de ani-lumină, ci poate de la o civilizaţie a sistemului solar? Mai mult: comunicaţiile în acest caz, chiar pe Pământ, cu aceşti vizitatori „curioşi“, n-ar fi oare îngreunate datorită necoincidenţei domeniilor în care sînt sensibile simţurile noastre faţă de ale lor? Întrebări pe muchie de cuţit, dar care totuşi trebuie puse mai devreme sau mai tîrziu. În mare parte şi foarte în amănunt, la nivelul actual al posibilităţilor noastre ştiinţifice, aceste întrebări au şi fost puse de către savanţii care, relativ recent, în septembrie 1971, s-au întîlnit la Simpozionul sovieto-american privind civilizaţiile extraterestre, ce s-a desfăşurat la Observatorul astronomic din Biurakan (Armenia Sovietică), amintit şi în capitolul istoric.

Se pare că în zona galactică în care se află Soarele nu se întrevade speranţa existenţei unor fiinţe raţionale extraterestre de tip biochimic uman. În privinţa vieţii la baza căreia să nu fie carbonul ca element constitutiv fundamental, există încă multe controverse în rîndul specialiştilor. Oricum, marile telescoape şi, mai ales, gigantele radiotelescoape de pe Terra încă nu au captat nimic (deşi există preocupări speciale în acest sens) care să ateste existenţa în apropierea noastră a unor fiinţe inteligente extraterestre de orice tip ar fi ele. Altfel însă se poate discuta, în cadrul de faţă, direcţia c) de investigaţie cosmologică: raportul dintre fiinţa gînditoare şi Univers. Mai întîi trebuie să observăm că această orientare a cercetării depăşeşte oarecum, prin obiectul ei, cadrul strict al existenţei naturale: alte civilizaţii din afara Pămîntului în mod necesar trebuie să formeze şi ele *societăţi de fiinţe gînditoare cu legi specifice* care, aşadar, depăşesc cadrul strict natural avînd funcţie conştient-creatoare, deci care treptat şi sistematic *subiectivizează zona din Cosmos în care există*

(propria lor planetă pentru civilizațiile de *tipul I*, sistemul planetar respectiv pentru *tipul II* și galaxia respectivă pentru *tipul III*, conform cu aprecierile care au rezultat în urma discuțiilor sovieto-americane de la Biurakan, acum câțiva ani). În lumina acestor raționamente, este necesar să extindem sfera *existenței sociale* și la Univers în general, iar cosmologia trebuie să aibă în vedere, în contextul acestei direcții de investigație, întreaga *existență obiectivă*. Dacă astronomii apreciază azi că, în medie, numai 0,0001% din masa unei galaxii ar reveni condițiilor de existență a *ființei*, adică a substanței vii — forma superioară de organizare a materiei în mișcare, constatată pînă acum în Univers — este de la sine înțeles că, sub acest aspect, *cel mai probabil Universul „în ansamblul său”, sau esența lui — materia inepuizabilă în permanentă mișcare, este în general neființă (în sensul: lipsit de viață), adică inconștient, deci fără o conștiință de sine, conștiința cosmică constituind doar cazuri particulare.*

Să nu ne complicăm însă cu construcții — deocamdată teoretice, cu un procent încă destul de mare de imaginație — și să admitem în Galaxie, din punct de vedere biochimic, același sistem de referință: viața, așa cum o cunoaștem pe Terra. Dealtfel, raportul statistic anunțat mai sus a fost calculat numai luînd în considerare „numitorul comun” al vieții cunoscute. În caz contrar, numărul planetelor locuite ar crește.

Există însă planete și în afara sistemului solar? Un rezultat deosebit al astronomilor a fost momentul în care s-a putut stabili că legea gravitației a lui Newton este valabilă și dincolo de sistemul solar. Acest lucru a fost posibil prin interpretarea teoretică a unor abateri foarte mici care s-au observat în mișcarea proprie a anumitor stele. S-a stabilit teoretic, admitînd legea atracției ca universală, că neînsemnatele abateri, la care ne referim, s-ar datora unor însoțitori invizibili ai stelelor respective, care acționează gravitațional asupra lor. Ulterior, exactitatea științifică a acestor presupuneri a fost confirmată prin practica observațiilor astrono-

mice. Astfel, de pildă, s-a descoperit minusculul însoțitor al strălucitoarei stele Sirius, explicându-se cauza abaterilor observate în traiectoria sa proprie. Tot în acest fel, astronomii sint azi în posesia unor date, se pare, incontestabile, cu privire la existența sistemelor planetare și în jurul altor stele, după cum am arătat în paragraful despre stelele cele mai apropiate.

Că există sau nu în realitate, nu prea departe de Soare, „L.G.M.“ („Little green men“, adică „micii oameni verzi“), așa cum credeau — cel puțin la început — descoperitorii unor semnale cosmice misterioase, care, mai târziu, s-au dovedit a fi... pulsari — profesorul Hewish și colectivul său de colaboratori de la Cavendish Laboratory din Cambridge — este o problemă mai puțin importantă în discuția noastră. Ne interesează însă faptul că, fie „L.G.M.“ (presupusă emisie artificială!), fie „stelele neutronice“ (emisie naturală!), recepția indică o ritmicitate uluitoare; cite un semnal, de pildă, la fiecare 1,3372795 secunde! Această descoperire — senzațională la timpul ei — ne oferă însă o idee de felul în care ar trebui să comunicăm cu o altă civilizație. Într-adevăr, printre problemele care ridică serioase dificultăți este și aceea a „limbajului comun“. În ce „limbă interstelară“ ar trebuie să ne adresăm? Evident, un limbaj în esență științific ar fi cel mai potrivit; indiferent cum arată acele ființe raționale, indiferent de mediul biochimic în care viază, cu siguranță — dacă în evoluția lor au depășit cu succes înalta ștachetă a gândirii logice — sint, cunoscători, chiar și pe alte căi decît calea urmată de evoluția societății omenestî, a ceea ce obișnuim să spunem *realitatea obiectivă*! Ce-ar fi, de pildă, imitînd exemplul de mai sus al pulsarilor, să emitem și noi oamenii în spațiul interstelar (cu mijloace suficient de puternice), cite un semnal la fiecare interval de cite 3,141593 secunde? Dacă recepția interlocutorilor noștri siderali ar fi cel puțin tot atît de selectivă ca și emisia noastră, ar înțelege desigur că noi le-am transmis cunoscutul număr „pi“, că ne-a preocupat și pe noi, poate, faimoasa

problemă a cvadraturii cercului etc. Mai mult, din numărul zecimalelor emise și recepționate de ei, ar trage concluzii cu privire la siguranța pe care o avem în emisie și, indirect, cu privire la nivelul științific și tehnic al civilizației noastre. Dacă răspunsul ar fi semnale identice sau fie chiar repetate la un interval de „radical din pi” secunde, ar rezulta că „ne-am înțeles” cu acele ființe necunoscute. La rândul nostru, apreciind indirect — din analiza semnalelor — nivelul științific și tehnic al acelei civilizații, am face un „schimb de impresii” privitor la civilizațiile noastre.

Toate acestea însă ar fi valabile în cazurile cele mai simple! Pentru ca „convorbirea” să nu fie deranjată („bruiată” am inclina să spunem!), ar trebui ca structura spațiului pe traseul comun al undelor electromagnetice să fie euclidiană, spațiul să fie omogen. În caz contrar, conform celor rezultate din teoria relativității, ar avea loc deformări ale spațiului, care ar atrage după sine deformări ale timpului, aceleași intervale de timp într-un sistem de referință fizic fiind modificate într-alt sistem etc. S-ar putea emite însă codificări prin impulsuri radio de putere diferită. Dar ne-ar incurca poate și structura macrocosmică a mediului interstelar — norii absorbânți de hidrogen — care ne-ar limita lungimea de undă a „convorbirii”, făcând-o să tindă spre valoarea de 21 cm, singura care ar putea să străbată acești nori. Așadar, posibilitatea legăturilor noastre cu „frați întru rațiune” din marele Univers este destul de limitată, cel puțin în stadiul actual al civilizației noastre. Aceasta nu înseamnă însă imposibilul!

O ultimă greutate. Să presupunem, de exemplu, că planeta civilizată s-ar găsi la modesta distanță astronomică de 250 ani-lumină (aproximativ la depărtarea Pleiadelor). „Mesajul” nostru ar ajunge la destinație — în cazul spațiului euclidian — după 250 ani, apoi „răspunsul” va trebui să călătorească încă 250 ani. O singură „convorbire” ar dura circa 500 ani terestri. Dificultatea pare să fie însă de data

aceasta formală; să nu uităm nici o clipă că o astfel de „convorbire” nu s-ar produce — deocamdată — între indivizi, ci ar fi în mod necesar la „nivel” de civilizații....

O ultimă mare speranță. Consolatoarea Ea vine tocmai din direcția încrucișării drumurilor pe care se află, în prezent, fizica particulelor elementare, pe de o parte, și cosmologia, pe de altă parte. Adică din partea domeniilor nonumane ale microcosmosului și megacosmosului. Azi, în fizica particulelor elementare — în microcosmos — se diferențiază, din ce în ce mai mult, două nivele de cercetare distincte: *nivelul cuantic*, clădit pe baza solidă a formulei lui Planck, dată de relația (10) și *nivelul subcuantic*, plin de incertitudini, dar care dispune, foarte probabil, de superbe energii — de măreție cosmică — care, prin analogie, am putea să spunem că sînt într-o stare „congelată”. Ne amintim de formula lui Einstein:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (34)$$

în care E este *energia totală* a unei particule de masă m (*masa de mișcare*) și c este viteza luminii în vid. În partea din dreapta, m_0 este *masa de repaus* și v viteza particulei de masă m . Formula lui Einstein exprimă un proces de transformare a materiei dintr-o stare în alta. Se disting astăzi două stări generale ale materiei:

1. *Starea ponderală*, specifică substanțelor, care poate lua formele (stările succesive de agregare): solidă, lichidă, gazoasă și plasmă.

2. *Starea radiantă*, specifică cîmpurilor, și anume: electromagnetic, gravitațional, mezonice și neutronice.

Formula lui Einstein, exprimînd o transformare de stare a materiei, se referă la transformarea stării ponderale în stare radiantă (și invers) a materiei, adică transformarea substanței în cîmp. Trebuie subliniat faptul că formula (34), a lui Einstein, se dovedește a fi o relație de transformare la nivelul cuantic.

Deoarece și la nivelul macrocosmic există o relație care corespunde formulei (34) — formula lui Tumlirz (1892) a vitezei de propagare a sunetului în lichide — azi se crede că o astfel de relație trebuie să existe și la *nivelul subcuantic*, sub forma:

$$E = \mu C^2 \quad (35)$$

Deoarece, după cum am spus, se știe că la nivelul subcuantic energia E trebuie să fie foarte mare, iar masa μ a particulei subcuantice este extrem de mică, se așteaptă ca *viteza C de propagare a acestor cîmpuri subcuantice să depășească cu mult viteza luminii*: circa 300 miliarde de kilometri pe secundă. Cu o astfel de viteză, un drum de la *Proxima Centauri* la Terra nu s-ar mai face în 4,3 ani cum îl face lumina, ci în mai puțin de... 3 minute! Viteza luminii în acest context ar apare ca *viteză limită a nivelului cuantic*, la nivelul subcuantic putînd fi posibile și viteze cu mult mai mari. De fapt, și teoria relativității generalizate sugerează că, de data aceasta *sub aspect megacosmic, viteza c a luminii constituie o proprietate locală*, specifică zonei din Univers în care ne aflăm.

Să lăsăm însă pe profesorul universitar Nicolae Bărbulescu să facă încheierea acestui paragraf, prin cîteva fraze „șoc” extrase din interesanta sa carte *Bazele fizice ale relativității einsteiniene*: „Faptul că viteza limită de la nivelul subcuantic are o valoare enormă ne dă de gîndit asupra posibilităților noastre viitoare de explorări cosmice, atunci cînd vom reuși să cunoaștem și să folosim nivelul subcuantic al structurilor materiale. Rachetele cosmice se vor putea avînta în univers la depărtări neînchipuit de mari, străbătînd galaxiile în intervale de timp comparabile cu săptămînile sau lunile pămîntesti. Dacă proveniența cosmică a OZN-urilor de astăzi este adevărată, ele nu pot fi altceva decît mesageri ai unor alte lumi cu posibilități tehnice încă necunoscute pentru noi”.

3. Influențele cosmice, astronomia zodiilor și astropsihologia

Cînd Isaac Newton, în secolul al XVII-lea, a stabilit cunoscuta lege a gravitației (10), se dovedea, într-o manieră științifică incontestabilă, că aștrii se influențează reciproc: influența este cu atît mai mare cu cît masele lor sînt mai mari și, de asemenea, cu cît sînt mai apropiate unul de altul. Această influență a primit numele, în mecanica cerească, de *perturbație gravitațională*. Azi, pe baza unor cercetări minuoase, cunoaștem prezența gravitației și în lumea stelelor, nu numai în sistemul solar; stelele, așadar, se influențează reciproc. În ceea ce privește sistemul planetar al Soarelui, cu ajutorul teoriei perturbațiilor s-au descoperit chiar și planete noi, „în virful peniței”, fără să se privească la început cu instrumentele astronomice pe firmament. O adevărată explozie de entuziasm provocase momentul în care cunoscutul astronom francez Le Verrier a demonstrat că — pe baza perturbațiilor gravitaționale — se pot descoperi noi planete ale sistemului solar, prin calcule matematice: planeta Neptun! Apoi, în secolul nostru, prin același procedeu s-a descoperit a noua planetă deosebită a sistemului solar, planeta Pluton. Ridicarea și revenirea periodică a nivelului mărilor și oceanelor — mareele — au fost explicate cu deosebit de mare precizie tot cu ajutorul teoriei perturbațiilor; în acest caz factorii perturbatori sînt Soarele, datorită masei lui enorme în raport cu masa Terrei, precum și Luna, datorită depărtării reduse — 384 000 kilometri — a satelitului nostru natural.

Perturbațiile gravitaționale sînt, deci, o realitate incontestabilă. Atunci e firesc să ne întrebăm dacă acest lucru nu poate fi pus și în legătură cu biosfera. Nu cumva și ființele vii suferă influența gravitațională a stelelor, Soarelui, planetelor și Lunii? Întrebarea este cît se poate de firească, cît se poate de științifică. Acum cîțiva ani, astronomii au aflat cu surprindere faptul că specialiști sovietici au putut identifica, în variația grosimii inelelor anuale ale unor specii de copaci cu

viață multiseclară, influența exploziilor de supernove care au apărut pe firmament de-a lungul istoriei și au fost consemnate de către astronomi vestiți. Se știa de mult timp că Soarele, prin activitatea sa, are multe influențe terestre și, în consecință, inelele anuale ale copacilor urmează — ca o componentă a creșterii lor — ciclul de 11 ani a activității solare. Descoperirea însă a unor influențe stelare — a supernovelor, după cum am spus — a surprins, deoarece nimeni nu s-ar fi gândit la acest lucru. Poate este totuși prematur să admitem, fără nici o rezervă, această constatare, dar, în orice caz, ea nu poate fi trecută cu vederea. Deocamdată influențele Soarelui și Lunii asupra Pământului și pămîntenilor sînt destul de binecunoscute și, în general, sînt acceptate de către oamenii de știință. În ceea ce privește însă influența planetelor sistemului solar și a stelelor, problema este încă deschisă cercetărilor științifice complexe. Ceea ce trebuie subliniat, este că toate aceste influențe — solară, lunară, planetare și stelare — nu pot fi numai de natură gravitațională. Este bine verificat faptul că după o erupție cromosferică solară, câmpul magnetic al Pământului apare deranjat, înregistrîndu-se în acest fel o furtună magnetică, uneori puternică ca intensitate și violentă, pe care însă, direct, prin simțurile noastre nu o putem sesiza. Desigur că acest deranj magnetic are o oarecare influență și asupra organismului; de pildă, prin intermediul interferenței magnetice asupra biocurenților creierului și a celulelor nervoase în general. S-au constatat și statistic, se pare, anumite legături între activitatea Soarelui și comportamentul nervos al unor oameni cu sensibilitate deosebită. Cercetările de această natură sînt în curs. Oare prin ele nu intrăm, totuși, în *astrologie*? Nu, pentru că, în sensul clasic al cuvîntului, astrologia, prin concepțiile ei oculte, plină de mistere, dar și prin *absolutizarea factorului cosmic*, ca influent total și irevocabil al vieții, va fi întotdeauna destul de departe de stabilirea — cu exactitatea pe care o susține — a traiectoriei, trecută, prezentă și, mai ales, viitoare a individului, a cutărei comunități sau a Omenirii.

Viitorul nu depinde numai de *determinismul astral* — pe care îl recunoaștem, de la început, ca existent în mod obiectiv — ci și de încă cel puțin trei factori (care se alătură *factorului cosmic*) pe cit de „pămîntești“ pe atît de importanți: *factorul ereditar*, *factorul datorat condițiilor de mediu natural apropiat* și *factorul datorat condițiilor de mediu social*. Din acest punct de vedere pretențiile astrologiei sînt, așadar, unilaterale, îndreptățite numai parțial. Este, dealtfel, de la sine înțeles și binecunoscut faptul — la nivelul actual al cunoștințelor noastre generale — că o anumită persoană se aseamănă negreșit cu vreunul din părinții, moșii sau străbunicii ei; că una este ca aceeași persoană să se fi născut la munte și alta este ca ea să se nască și să crească în condițiile geografice ale cîmpiei sau litoralului mării; la fel, este știut de cînd lumea că omul de la sat se deosebește de cel de la oraș. Toate acestea dovedesc pe deplin că factorii terestri nu pot fi neglijăți atunci cînd vorbim de temperamentul și mai ales de viața unor oameni. Cum rămîne atunci cu „potrivirea“ firii și comportamentului după *zodia* în care te-ai născut? Astrologia, o spunem deschis, a avut fără îndoială și merite în trecutul ei milenar. Altfel ar fi sucombat de mult! Încă de pe turnurile Babilonului în antichitatea timpurie, sute și mii de magi — „căutători în stele“ — urmăreau bolta cerească în fiecare clipă, ziua și noaptea, și prin serviciile lor observaționale aduceau, de fapt, contribuții deosebite progresului astronomiei. Astfel, de exemplu, s-au născut noțiunile de *zodiac* și *zodii*: chaldeenii observaseră că în vreme ce Soarele împlinește — într-un an de zile — un cerc întreg pe boltă, Luna, mai grăbită, descrie aproximativ același drum printre stele de 12 ori; zona sferică a firmamentului, largă de 17°, în care se mișcă Soarele, Luna și planetele a fost numită *zodiac* și a 12-a parte a acestuia (de 30° lungime) s-a numit *căsuță zodiacală* sau *zodie*, fiecare *zodie* corespunzînd, la acea epocă, unei anumite *constelații zodiacale*. Astrologia n-ar fi rezistat mileniilor dacă nu s-ar fi sprijinit pe aceste elemente astronomice, strict observațional-științifice.

Treptat au apărut horoscoapele, rînd pe rînd o serie de astromoni renumiți — exemplul lui Kepler este cunoscut! — erau și astrologii... Horoscopul (de la cuvintele „hora“-oră și „scopein“ — a observa) încerca să stabilească traiectoria vieții prin *interpretarea temei natale*; faptul se baza pe ipoteza conform căreia puterea de influență maximă a astrilor este în momentul nașterii a cuiva sau a ceva (copil, cetate, comunitate omenească etc.). Să fi fost, oare, această ipoteză o crasă superstiție sau rezultatul unui scientism comparat, adică o confruntare severă — de amploare milenară — între diferitele conjuncturi ale astrilor și frecvența tipurilor umane sub aspect psiho-temperamental? Numai un computer modern căruia i s-ar da multă „bătaie de cap“ cu încurcata istorie a astrologiei ar putea răspunde corect la întrebarea de mai sus. În ceea ce ne privește, considerăm că, în nici un caz, istoria horoscopului n-a plecat numai de la ignoranță; altfel nu s-ar vorbi, destul de frecvent, despre acea „potrivire“ a principalelor trăsături de caracter ale indivizilor cu zodia în care s-au născut. Credem, din contră, că aceasta constituie unul dintre rezultatele pozitive cele mai importante ale astrologiei vechi, empirice: în vreme ce anticul Hipocrat împărțea temperamentele în 4 tipuri distincte—coleric, flegmatic, sangvinic și melancolic (corespunzătoare, aparent, celor 4 anotimpuri) — de care și azi uzează în mod curent psihologia, calificându-le drept „cazuri ideale“, *astrologia a lărgit mult spectrul tipologiilor psiho-temperamentale umane, de la 4 tipuri sezoniere la 12 tipuri corespunzătoare fiecărei luni a anului!* Fiecare zodie, așadar, caracterizează un anumit tip psiho-temperamental uman, acest lucru constituind doar *cadru general* al unui caracter omenesc sau, cum s-ar exprima un matematician, un anumit tip omenesc privit într-o primă aproximație. Peste acest cadru general se suprapun efecte, (evident corespunzător aproximațiilor succesive următoare) datorate condițiilor terestre — ereditare, mediu natural apropiat, mediu social — de care am vorbit. Rezultatele empirice, milenare, ale astrologiei — care cu multe șovăieli și deseori

îmbibată în misticism a descoperit și a atras atenția, totuși, asupra *relațiilor existente între mediul cosmic și tipologiile umane* — dau cel puțin o diferențiere mai mare a acestor tipologii față de cunoscuta clasificare a lui Hipocrat. Cum se explică însă, prin prisma astronomiei, corespondența dintre zodii și tipologiile psiho-temperamentale umane? De vină sînt poate mai puțin „influențele” planete, așezate fiecare după cum „ți-a fost scris în stele” în căsuțele zodiacului; vinovatul principal este fără îndoială Soarele, acest zeu înconștient al nostru! Legile lui Kepler stabilesc mișcarea eliptică a Terrei în jurul Soarelui, iar faptul că axa Pămîntului este înclinată față de planul definit de mișcarea sa anuală, determină ca condițiile, mai ales de natură electromagnetică (lumină, căldură, vînt solar etc.), dar și cele gravifice, să se schimbe permanent — *mai sensibil de la o lună la alta* — și să producă în atmosferă terestră, la suprafața solului, asupra biosferei, diferite mutații atît de la nivelele subatomice și atomice, cît și la cele moleculare sau celulare (în cazul materiei vii) pînă la procesele macrocosmice vizibile în mod curent. Or, este de la sine înțeles faptul că, în ceea ce privește organismul uman, cei mai sensibilizați — asupra cărora influențele mediului cosmic și ale variațiilor acestuia vor fi maxime — sînt nou-năseuții, foarte sensibili la schimbările de mediu; de aici constatarea empirică a astrologiei că influența maximă a astrilor este în momentul nașterii omului, de aici pretenția de a interpreta *tema natală!* Dar, dacă la baza horoscopului stă o *astrogramă* — situația reală, calculată, a Soarelui, Lunii și planetelor în căsuțele zodiacului la *momentul nașterii*, dispuse față de *locul nașterii* — care reprezintă un produs pur al astronomiei, partea a doua a horoscopului — interpretarea lui — a fost deseori sursa unei bogate fantezii care nu avea nimic comun cu previziunea științifică. Așadar, dacă *cadrlul general* al horoseopului, corespunzător unei anumite zodii (în care se află *ascendentul*, adică intersecția orizontului locului natal cu zodiacul), respectă de obicei un anumit tip psiho-temperamental uman, „amănuntele” preve-

derii astrale sînt deseori pe cît de alarmante pe atît de arbitrar; aștrii pot, evident, decide asupra tipurilor umane mai sus citate, dar sînt de obicei neputincioși asupra unor evenimente legate de „momentul morții” etc. „Amănuntele” există mai ales datorită faptului că, treptat, horoscoapele au primit o *valoare comercială*. Interpretarea astrologică a astrogramelor, care deocamdată este încă prea puțin științifică — exceptînd *cadruul general* al tipologiilor umane în corespondență cu zodiile, despre care am vorbit — s-a făcut în trecut și se mai face și azi pe mai multe căi oculte, care de fapt asigură caracterul misterios, neștiințific, în general mistic, al astrologiei clasice. *Calea simbolică*, de pildă, face o corespondență între corpurile cerești care se perindă prin căsuțele zodiacului și vîrstele omului, corespondență care nu a fost pînă acum justificată științific: Luna ar simboliza pruncia, planeta Mercur — copilăria (4 — 11 ani), planeta Venus — pubertatea (11 — 15 ani), planeta Marte — tinerețea (15 — 22 ani), Soarele — bărbăția (23 — 37 ani), planeta Jupiter — maturitatea (38 — 66 ani) și planeta Saturn — bătrînețea (peste 66 ani). *Calea analogică* este și mai puțin credibilă: planeta Marte, de exemplu, avînd pe firmament o culoare roșiatică care amintește de culoarea singelui, ar semnifica nenorocire, moarte prin război etc. Este de fapt, această cale, ecoul unui arhaic *fetîșism al cularilor* caracteristic epocilor preistorice. Azi se știe cu precizie că culoarea roșiatică a lui Marte se datorește structurii chimice a solului deșerturilor marțiene, care nu pot avea nici o legătură cu vîrsările de singe de pe Terra. Cu atît mai mult calea *coincidentei* nu poate fi luată în considerare la o analiză științifică obiectivă: se spune că la nașterea lui Napoleon un fulger s-ar fi văzut căzînd din dreptul stelei Regulus — considerată de astrologi „stea regală” — care, odată consemnat în horoscop, ar explica întreaga epocă napoleoniană. Este de prisos să încercăm a argumenta științific coincidența de mai sus! Amintim totuși că, chiar dacă zodia în care s-a născut Na-

oleon caracterizează, în general, o fire ca a lui Napoleon, epoca acestuia are, fără îndoială, cauze social-istorice (deci terestre și nu cosmice!) bine definite. Rigiditatea și inconsistența științifică a „amănunțelor” previziunii astrologice poate fi demonstrată comparând două horoscoape interpretate independent de doi astrologi diferiți referitor la aceeași persoană, sau deosebirea de firi, vizibilă la două persoane gemene. Cadrul general va fi deseori respectat în ambele exemple de mai sus, dar „amănunțele” vor diferi mult deoarece se neglijează factorii pe care i-am denumit „terestre”. Aceștia nu pot fi neglijați! S-au analizat, de pildă, graficele legate de o cercetare statistică privind orele din zi și noapte la care au avut loc nașterile copiilor în perioada 1943—1957 și la care au în prezent. Dintr-o dată s-a observat că ritmul biologic al nașterilor s-a schimbat în perioadele la care ne referim: dacă în perioada războiului și imediat după terminarea acestuia numărul maxim al nașterilor se producea într-a doua parte a nopții, între orele 4 și 7, în prezent maximum are loc în jurul orei 16. Acest lucru demonstrează clar că factorii teresți influențează asupra momentului nașterilor și deci este o mare greșală ca „tema natală” despre care am vorbit să o interpretăm — cum fac astrologii — numai pe baza factorului cosmic.

Odată ajunși aici cu discuția noastră pro și contra astrologiei, este momentul să spunem că va putea fi posibilă stabilirea viitorului unui individ sau a unei comunități de oameni prelucrându-se electronic, să spunem, marea majoritate a factorilor atât terestri (ereditari și de mediu apropiat) cât și cosmici. Așadar, o previziune științifică a viitorului! Pentru a ajunge la acest nivel însă, nuai sînt necesare multe investigații ale științei. O parte dintre acestea — cum ar fi rezultatele geneticii — sînt promițătoare. În ceea ce privește influența mediului cosmic asupra oamenilor, se pot cita acum nu numai rezultatele pozitive ale milenarei experiențe empirice a astrologiei — la care ne-am referit — ci și cercetări de valoare ale științei moderne. Cunoscutele „relații

Soare-Pământ“ sînt azi în centrul atenției oamenilor de știință din cele mai diferite domenii ale cunoașterii. În țara noastră, de exemplu, academicianul Ștefan Milcu, cunoscut biolog, ajutat de astronomi și specialiști din alte domenii, a publicat studiul *Implicațiile biologice și medicale ale activității solare*. Este numai un singur exemplu care demonstrează influența mediului cosmic asupra omului. În locul milenarei astrologii, treptat se naște o astronomie a zodiilor...

Astrologia, după cum am spus, printr-un empirism milenar, a reușit să constate statistic existența a cel puțin 12 tipuri psiho-temperamentale umane, corespunzătoare zodiilor, pe care le-a caracterizat ca atare. Or, o cît de sumară analiză statistică conduce la concluzia că *în peste 60% din cazuri se confirmă o legătură între portretele temperamentale tipice, ale lui Hipocrat, și anotimpuri* (emisfera nordică): *colericul — primăvara, sangvinicul — vara, melancolicul — toamna și flegmaticul — iarna*. La sfîrșitul capitolului ultim al cărții, privind astronomia practică, se dau tabele cu caracterizarea tipurilor ideale.

Astrologia a subîmpărțit tipologia lui Hipocrat în $4 \times 3 = 12$ tipuri făcînd să corespundă fiecărui tip, lunar, poziția anumită pe care o are Pămîntul *în raport cu Soarele*, cu tot accentul eronat pe care astrologii îl pun, în interpretările lor, mai ales pe planete. De aici rezultă și interpretarea „temei natale“. Deși știința azi încă nu a pus prea bine la punct lucrurile în această privință, oricum, la naștere copilul (fătul) devine un sistem autonom, independent, nașterea constituind deci un salt calitativ. Condițiile de mediu, radiativ și ondulatoriu (de cîmp), imprimă evident o anumită dezvoltare (o anumită fiziologie etc.), *sistemul autonom în cauză reglîndu-se automat la un anumit nivel* (tipul psiho-temperamental viitor). Lucrurile trebuiesc gîndite mai ales sub raport microcosmic (genetic etc.). Este ceea ce susține și Norbert Wiener, creatorul ciberneticii: „Procesul reproducerii, așa cum este cunoscut azi, desigur nu reprezintă complet desfășurarea acestui fenomen. Trebuie să existe o comuni-

cație între moleculele genelor și reziduurile ce se găsesc în lichidul nutritiv, iar această comunicație trebuie să aibă o dinamică proprie. Orientarea fizicii moderne ne îndreptățește să credem că *fenomene de natură radiantă oferă terenul pentru dinamica unei asemenea comunicații*". În felul acesta anumite revendicări astrologice ar avea o porțiță de trecere în știință. Desigur însă că nu se pune problema absolutizării influenței cosmice, din moment ce factorul ereditar, factorul mediului natural apropiat și a celui social — după cum deseori se constată — au, în această privință, un rol bine conturat.

Correspondența dintre *anotimpuri și temperament* și apoi, dintre *zodii și temperament* primește — în condițiile unei cercetări științifice adecvate — o importanță practică, în legătură cu procesul de educație și de autoeducație. Este corect deci să se facă o confruntare între firea omului, a copilului mai ales, și între anotimpul corespunzător nașterii sale, confruntare care poate da informații în legătură cu *tipul predominant* — cel mai probabil — și astfel, alegerea metodei corecte de educație. În plus, aceste observații servesc la *autocunoașterea personală* (în astronomia practică este vorba aici de așa-numita „ecuație personală”, necesară în vederea obținerii unor rezultate observaționale cât mai exacte). Dar și problemele de *potrivire a tipurilor* sînt foarte importante în viața curentă. Iată, deci, un cadru larg de investigații, moderne, pe care le are în vedere noua ramură de știință care se poate numi *astropsihologie*. Problematika trecută, pe scurt, în revistă mai sus este numai latura practic-observațională a noii discipline științifice. Mult mai complexe sînt problemele teoretice propriu-zise, care unesc pe aceeași frontieră chestiuni legate de fizica relațiilor Soare-Terra (variațiile cîmpului gravitațional, ale cîmpului magnetic, implicațiile spectrului foarte larg de radiații solare, influența Lunii etc.) cu chestiuni strict biologice (ritmuri, implicații asupra sistemului nervos, aspectele genetice, problema raportului dintre factorul cosmic și factorul ereditar, implicații legate

de reproducerea umană etc.) și cu problematica psihologiei moderne, teoretică și practică.

Astropsihologia se justifică în primul rînd prin faptul că sintem fiii Soarelui; astrul ne asigură energia, ne asigură viața!

Cu ce s-ar putea oare încheia, mai bine, capitolul *Ideilor cosmologice* în care, pe scurt, au vrut să-și dea mina cosmogonia cu cosmologia, teoria relativității cu ființele extraterestre, condiția de black hole, extrem de nonumană, cu astropsihologia, umană prin excelență, decît cu sublimul *testament* al universalului Immanuel Kant din *Critica rațiunii practice*:

„Două lucruri umplu sufletul cu mereu nouă și crescîndă admirație și venerație, cu cît mai des și mai stăruitor gîndirea se ocupă de ele: *cerul înstelat deasupra mea și legea morală în mine...*“

BIBLIOGRAFIE

- Immanuel Kant, *Critica rațiunii pure*, București, 1969.
Albert Einstein, *Teoria relativității*, București, 1957.
Fred Hoyle, *Frontierele astronomiei*, București, 1971.
Albert Einstein, Leopold Infeld, *Evoluția fizicii*, București, 1957.
Werner Heisenberg, *Physique et philosophie*, Paris, 1971.
F. Engels, *Dialectica naturii*, București, 1959.
F. Engels, *Anti-Dühring*, București, 1966.
V. I. Lenin, *Materialism și empiriocriticism*, București, 1972.
Peter Mittelstaedt, *Probleme filozofice ale fizicii moderne*, București, 1971.
V.A. Fock, *Teoria spațiului, timpului și gravitației*, București, 1962.
Niels Bohr, *Fizica atomică și cunoașterea umană*, București, 1969.
V. L. Ghinzburg, *Astrofizica contemporană*, București, 1972.
Ernst H. Hutten, *Ideile fundamentale ale fizicii*, București, 1970.
Jacques Merleau-Ponty, Bruno Morando, *Les trois étapes de la cosmologie*, Paris, 1971.
S. T. Meliuhin, *Problema finitului și infinitului*, București, 1961.

- H. Friedman, *Amazing Universe*, Washington, 1975.
- Walter Sullivan, *We are not alone*, New York, 1964.
- A. I. Oparin, V. G. Fesenkov, *Viața în Univers*, București, 1961.
- Norbert Wiener, *Dumnezeu și golem*, București, 1969.
- L. Infeld, *Noile căi ale științei*, București, 1960.
- Peter van de Kamp, *The architecture of the Universe*, New York, 1962.
- Stephan Körner, *Experiență și teorie*, București, 1969.
- Werner Heisenberg, *Pași peste granițe*, București, 1977.
- Mircea Eliade, *Kosmos und Geschichte*, München, 1966.
- Știință și sinteză*, București, 1969.
- Ce este filosofia?*, București, 1970.
- Timpul și gândirea fizică contemporană*, București, 1972.
- Dicționar de filozofie*, București, 1978.
- Probleme de cosmogonie*, București, 1952.
- David Halliday, Robert Resnick, *Fizică*, I, II, București, 1975.
- I. C. Pecker, E. Schatzman, *Astrophysique générale*, Paris, 1959.
- Georg Dautcourt, *Relativistische Astrophysik*, Berlin, 1972.
- Christian Friedemann, *Leben wir unter kosmischen Einflüssen?*, Berlin, 1978.
- T. A. Ashford, *From atoms to stars*, New York, 1960.
- Jacques Guillaumaud, *Cibernetica și materialismul dialectic*, București, 1967.
- Ion Corbu, *Nouă teorie cosmogenică*, Bistrița, 1907.
- Victor Vălcovici, *Opere, I, Mecanică generală și astronomie*, București, 1969.
- Gheorghe Demetrescu, Carina Părvulescu, *Galaxii în Univers*, București, 1967.
- Gheorghe Demetrescu, Cornelia Cristescu, *Elemente de dinamică stelară*, București, 1967.
- P. P. Parenago, *Mir zvezd*, Moskva, 1951.
- Călin Popovici, *Stelele*, București, 1958.
- Nicolae Bărbulescu, *Bazele fizice ale relativității einsteiniene*, București, 1975.
- Constantin Drămbă, *Elemente de mecanică cerească*, București, 1958.

- T. A. Aghegian, *Stele, galaxii, Metagalaxia*, București, 1974.
- Octav Onicescu, *Mecanica invariantivă și cosmologia*, București, 1974.
- Ion Tudosescu, *Determinismul și știința*, București, 1971.
- Călina Mare, *Determinismul și fizica modernă*, București, 1966.
- Mihail Florescu, *Materia sau realitatea obiectivă*, București, 1972.
- I. S. Jeludev, *Simetria și aplicațiile ei*, București, 1979.
- Ștefan Georgescu, *Epistemologie*, București, 1978.
- Crizantema Joja, *Studii de filozofia științei*, București, 1962.
- Ion Corvin Singeorzan, *Funcția ateistă a cosmologiei*, în *Revista de filozofie*, nr. 3, 1978.
- T. Toró, *Fizică modernă și filozofie*, Timișoara, 1973.
- T. Toró, *Neutrînul și rolul lui în fizică, astronomie și cosmologie*, București, 1969.
- V. Barașenkov, *Posibilitatea unor procese cu viteze superluminice*, în *Forum*, nr. 8, 1976.
- Florica T. Cămpan, *Aventura geometriilor neeuclidiene*, București, 1978.
- Victor Kernbach, *Miturile esențiale*, București, 1978.
- I. S. Șklovski, *Problema civilizațiilor extraterestre și aspectele sale filozofice*, în „*Forum*“, nr. 6, 1973.
- Albert Ducrocq, *Romanul materiei*, București, 1966.
- V. A. Ambarțumian, *Les noyaux galactiques*, în *L'Astronomie*, décembre, 1969.
- H. Andrillat, *L'Univers a-t-il connu une explosion primordiale?*, în *L'Astronomie*, juillet-août, 1973.
- François de Closets, *Le spectre des quasars*, în *Science et avenir*, août, 1973.
- Philippe Veron, *Les quasars*, Paris, 1967.
- Florian Nichitiu, *Quark-urile și astronomia*, în *Studii și cercetări de astronomie*, nr. 1, 1970.
- John Taylor, *Black Holes*, Glasgow, 1975.
- B. Carter, J. P. Luminet, *Les trous noirs*, în *La Recherche*, novembre, 1978.

- A. Gerasim, *Cosmological implications of the possible non-existence of a second-order clustering of the galaxies*, în *Astrophysikal Letters*, 1969, 4.
- C. S. Dongorozi, *Sur la pluralité des univers*, în *Revue générale des sciences*, LXXV, 1969.
- C. Arginteanu, *Astrologia*, București, 1945.
- Vasile Mioc, Tiberiu Oproiu, *Rachete spațiale*, București, 1978.
- Al. Dumitrescu, Gh. Vass, *Noutăți din cosmosul îndepărtat*, București, 1973.
- Ioan Todoran, *Cît mai aproape de stele*, Cluj-Napoca, 1977.
- Cornelia Cristescu, *Galaxia și Metagalaxia*, București, 1964.
- Vasile Ureche, *Astrofizica azi*, București, 1978.
- Eugeniu Toma, *Quasarii*, București, 1977.
- Elena Toma, *Prin sistemul solar*, București, 1978.
- Emilia Țifrea, *Soarele*, București, 1978.
- Vasile Dinulescu, Alexandra Dimitriu, *Relații Soare-Pământ*, în *Anuarul Observatorului din București*, 1968..
- T. Toró, *Unele probleme actuale ale astronomiei neutrinice*, în *Anuarul Observatorului din București*, 1969.
- Emilia Țifrea, *Vîntul solar*, în *Anuarul Observatorului din București*, 1976.
- I. M. Ganea, *Fizica și astronomia găurilor negre*, în *Anuarul Observatorului din București*, 1977.
- Maria Magdalena Crișmaru, *Studiul rotației atmosferei înalte cu ajutorul observațiilor sateliților artificiali ai Pămîntului*, în *Anuarul Observatorului din București*, 1978.
- Emilia Țifrea, *Spectre de linii în atmosfera Soarelui*, în *Anuarul Astro-nomic*, București, 1979.
- Ion Corvin Singeorzan, *Știința și religia despre structura Universului*, București, 1973.
- Ion Corvin Singeorzan, *Încă o dată despre sfîrșitul lumii*, București, 1970.
- Ion Corvin Singeorzan, *Eminescu și Universul*, în *Familia*, ianuarie, 1966.

VI. MINI-GHID DE ASTRONOMIE PRACTICĂ

1. Firmamentul

Cu ochii liberi, dintr-un loc întunecos și cu orizontul complet deschis (să zicem o cimpie sau un platou muntos), putem număra pe firmament — cu o răbdare de fier — vreo 3 000 de stele. Să nu uităm însă că această observație astronomică o facem din emisfera nordică a Pământului. România se află situată în această emisferă, la latitudinea geografică de 45°. Amicul nostru astronom-amator dintr-una din țările situate în emisfera sudică ar putea număra și el — cu aceeași răbdare — încă vreo 3 000 de stele. Așadar, pe întregul firmament, 6 000 de stele!

Pînă aici, am vorbit despre galaxii, stele și nebuloase, bazîndu-ne pe rezultatele științifice ale astronomilor, rezultate obținute cu multă trudă prin observații astronomice și calcule deosebit de anevoioase. Un bun astronom trebuie în același timp să fie și matematician și, de asemenea, să cunoască multe probleme ale fizicii, filosofiei și ale altor discipline. Nimeni însă nu poate deveni astronom, nici astronom-amator, dacă nu se poate descurca pe bolta înstelată, așadar dacă nu cunoaște stelele și constelațiile. Or, pe toate acestea, le privim, deocamdată, *de pe Pământ*, ca și cum Pământul ar fi în centrul unei sfere imaginare, pe care o vom numi de acum înainte *sfera cerească*. În cazul în care pe sfera cerească vom privi numai la *stele, nebuloase și galaxii*, putem denumi această sferă ca fiind *sfera siderală*. Cînd ne vom referi la Soare, Lună și planete, vom da un alt nume special sferei cerești, și anume *sfera solară*. După cum vedem, Soarele nu va fi considerat ca o simplă stea, ci ca un astru deosebit pentru noi. Dacă ne vom referi la corpuri cerești care nu fac parte nici din prima și nici din a doua categorie de corpuri cerești de mai sus, cum ar fi cometele, asteroizii, sateliții artificiali ai Terrei și stelele căzătoare, nu vom întrebuița o denumire

specială pentru sfera cerească. De asemenea, cînd nu va fi nevoie în mod special să ne referim la sfera siderală sau la sfera solară, pentru a nu complica lucrurile vom întrebuița termenul comun de „sferă cerească“.

Observînd că în centrul sferei cerești se află globul pămîntesc, să ne aducem aminte de unele noțiuni elementare de geografie fizică. Ecuatorul pămîntesc, de exemplu, este cercul care împarte globul terestru în două emisfere egale: emisfera nordică, care conține polul nord al Pămîntului și emisfera sudică, care conține polul sud al Pămîntului. Poli Pămîntului se definesc ca fiind punctele situate la aceeași distanță de cercul mare al ecuatorului terestru. De asemenea mai trebuie să știm că prin centrul Pămîntului și prin cei doi poli geografici ai săi se poate închipui o singură linie dreaptă, care poartă denumirea de „axa polilor Pămîntului“. Mai putem lua în considerare faptul că *planul ecuatorului pămîntesc* conține și punctul pe care îl denumim „centrul Pămîntului“. Centrul Pămîntului reprezintă în același timp punctul de intersecție dintre axa Pămîntului și planul ecuatorului terestru.

Intersecția anumitor plane — cum ar fi planul ecuatorului Pămîntului — cu sfera cerească, precum și intersecția între ele a planelor respective, definesc mai multe cercuri și puncte importante pe firmament. De asemenea sînt importante și cîteva linii drepte care trec prin centrul Terrei sau prin locul de unde se fac observațiile astronomice. Toate aceste plane, cercuri, drepte și puncte au cîte o denumire proprie. Pentru o înțelegere cît mai completă a tuturor problemelor în legătură cu *astronomia practică*, este bine să fie consultate — paralel cu citirea descrierilor respective — *schیțele, hărțile și tablele de la sfîrșitul cărții*.

Considerăm că centrul Pămîntului coincide cu centrul sferei cerești. Desigur că, în realitate, nu există o sferă solidă, dincolo de suprafața Pămîntului și concentrică cu el (așa cum se credea în antichitate). Nici stelele nu sînt fixate pe vreo sferă, din moment ce nu se găsesc toate la aceeași depărtare

de centrul Pământului. Sfera cerească este, aşadar, o sferă *imaginară*, care ne serveşte la rezolvarea unor probleme de astronomie sau astronautică. Nici „cerul” nu este o sferă solidă; el de fapt nu există în realitate, ceea ce ni se pare „cer” fiind rezultatul unei iluzii optice. Prelungind axa Pământului, înspre nord şi înspre sud, aceasta va intersecta sferă cerească — în două puncte, pe care o să le numim *polul nord ceresc* P şi *polul sud ceresc* P_1 . Axa care străbate polul nord ceresc, centrul sferei cereşti, precum şi polul sud ceresc, confundându-se cu axa Pământului, se numeşte în astronomie *axa lumii*.

Planul ecuatorului terestru intersectează sfera cerească, după un cerc mare, pe care îl vom numi *ecuatorul ceresc*. Ca şi în cazul Pământului, ecuatorul ceresc se află pe sfera cerească la aceeaşi distanţă de cei doi poli cereşti. Trebuie însă aici să precizăm că, în vreme ce pe Pământ distanţa dintre pol şi ecuator se poate exprima în unităţi de lungime (în kilometri sau metri), ţinând seama de faptul că raza sferei cereşti e nedefinită (sfera cerească fiind *imaginară*!), pe această sferă distanţele nu se mai pot exprima în unităţi lineare de lungime. Aşadar, este o mare greşeală a spune că, de exemplu, coada unei comete, văzută pe cer, avea... 7 metri. Pe sfera cerească vom folosi întotdeauna unităţile *unghiulare de lungime*: *gradul* (a°), *minutul de arc* (b') şi *secunda de arc* (c''). După cum se ştie, un cerc conţine 360° , un grad conţine $60'$ şi un minut de arc conţine $60''$. Aşadar, este corect a spune că o cometă, observată pe boltă, avea o coadă de $5^\circ 23' 02''$, 8 lungime. După cum ştim, *timpul* se măsoară în minute şi secunde de timp. Pentru a evita confuziile, s-au adoptat pentru unităţile de timp următoarele notaţii: z pentru zi, h pentru oră, m pentru minutul de timp şi s pentru secunda de timp. Astfel, este greşit a nota că un eveniment s-a produs la orele $19^h 06' 55''$, 3. Corect este a nota: $19^h 06^m 55^s$, 3.

Revenind la sfera cerească, observăm că distanţa dintre polii cereşti şi linia ecuatorului ceresc reprezintă arce de cerc, care au valoarea de 90° . Vom denumi cele două emisfere des-

părțite de ecuatorul ceresc: *emisfera boreală* sau *emisfera nordică cerească* pentru emisfera care conține polul nord ceresc și *emisfera australă* sau *emisfera sudică cerească* pentru emisfera care conține polul sud.

Să considerăm acum locul pe Pământ în care se află observatorul, adică persoana (astronomul-amator) care efectuează observațiile astronomice pe sfera cerească. Să considerăm, de exemplu, că acest loc coincide cu poziția geografică a Observatorului Astronomic al municipiului București. Presupunem deci că observațiile astronomice pe sfera cerească se efectuează prin luneta principală a Observatorului Astronomic al municipiului București de către un membru al Astroclubului Central București, asociație care funcționează pe lângă acest Observator. Să observăm că verticala locului (direcția firului cu plumb) intersectează sfera cerească în două puncte, opuse față de centrul sferei. Acestea se numesc: *zenit (Z)* pentru punctul de deasupra capului și *nadir (Na)* pentru punctul opus. Planul perpendicular pe axa zenit-nadir, care trece prin centrul sferei cerești, intersectează această sferă după un arc mare, pe care îl vom denumi *orizontul locului*. Facem și aici o precizare: raza Pământului fiind extrem de mică, chiar față de distanța până la Soare și, cu atât mai mult, față de depărtările stelelor, poate fi neglijată, astfel că Observatorul, deși se află în coordonatele geografice ale Observatorului Astronomic al municipiului București, îl putem considera în centrul sferei cerești, adică în centrul Pământului. Încă o definiție necesară celor ce urmează: planul care conține în întregime axa lumii PP' , precum și zenitul, poartă numele de *planul meridian al locului*. Intersecția planului meridian al locului cu planul orizontului locului (NS) se numește *meridiană* și este dreapta care indică întotdeauna *direcția nord-sud*. Deși vom mai discuta, în cele ce urmează, despre anumite sisteme de coordonate astronomice, este totuși momentul aici să precizăm *sistemul astronomic de coordonate orizontale* (sau *coordoanate zenitale*). Pentru fixarea oricărui punct de pe bolta cerească dintr-un anumit loc, s-au introdus în astronomie două *coor-*

donate: *azimutul astronomic* (notat cu „A”) și *distanța zenitală* (notată cu „z”). Deseori în locul distanței zenitale se folosește complementul ei (adică mărimea $90^\circ - z = h$), coordonată pe care o denumim *înălțimea deasupra orizontului* (notată cu „h”). Să definim acum coordonatele orizontale (se mai numesc uneori și *coordoanate azimutale*) A și z:

— *azimutul astronomic* este unghiul de-a lungul orizontului locului dintre *direcția sud* (spre deosebire de *azimutul geodezic* care se consideră de la nord) și *direcția planului vertical* în care se află astrul al cărui azimut îl definim. Azimutul se măsoară de la 0° la 360° în sensul acelor unui ceasornic, adică în sensul sud-vest-nord-est. Astfel direcția sud are $A = 0^\circ$ (sau 360°), direcția vest are $A = 90^\circ$, direcția nord are $A = 180^\circ$ și direcția est are $A = 270^\circ$.

— *distanța zenitală* este unghiul format de verticala locului cu direcția astrului a cărui coordonată o definim; așadar, distanța zenitală se măsoară *de la zenit spre orizont* în planul vertical al astrului. Pentru zenit $z = 0^\circ$, iar pentru orizont $z = 90^\circ$.

— *înălțimea deasupra orizontului* — coordonată care poate înlocui distanța zenitală — se măsoară invers, adică *de la orizont spre zenit* în planul vertical al astrului. Pentru zenit $h = 90^\circ$, iar pentru orizont $h = 0^\circ$, astfel că întotdeauna $z = 90^\circ - h$ sau $h = 90^\circ - z$.

Ca exemplu să considerăm că Steaua Polară se află exact în polul nord ceresc (în realitate ea se află la circa 1° de acesta) și că latitudinea locului de observație este exact 45° . În acest caz, coordonatele orizontale ale Stelei Polare vor fi: $A = 180^\circ$ și $z = 45^\circ$. Desigur că, într-un loc care are alte coordonate geografice, polara va avea alte coordonate orizontale. Așadar, sistemul de coordonate orizontale (azimutale, zenitale) este un *sistem de coordonate local*.

După aceste definiții, aride dar indispensabile pentru problema cunoașterii constelațiilor, să ne ocupăm din nou de stele. Privind firmamentul, adică *bolta înstelată*, vom observa că nu toate stelele strălucesc la fel. Unele sînt uimitor de stră-

lucitoare, în vreme ce altele abia se văd ca niște puncte palide. Alte stele, și mai slabe, nici nu se mai văd din orașe sau din locurile luminate de o lumină artificială intensă. De aceea, astronomii au împărțit stelele în mai multe clase de strălucire, denumite *magnitudini* sau altfel spus *mărimi stelare aparente*. Despre ele, am vorbit teoretic și la capitolul III. Astfel, cele mai strălucitoare stele de pe boltă sînt de mărimile -1 (minus unu), 0 (zero), $+1$ (plus unu), stelele de mărime mijlocie sînt de magnitudinea $+2$ (a doua), $+3$ (a treia), $+4$ (a patra), iar stelele slabe sînt de mărimile stelare $+5$ (a cincea) și $+6$ (a șasea). S-a convenit ca stelele aflate la limita vizibilității pentru ochiul liber să fie considerate cele de mărimea stelară aparentă a șasea ($m = +6$). De fapt, aceste ultime stele nu se mai văd cu ochiul liber din orașele sau, în general, din locurile puternic luminate de o lumină artificială (becuri cu neon, faruri, becuri electrice obișnuite în imediata apropiere a observatorului etc.). Cu ajutorul unui binoclu bun, se pot vedea stele pînă la magnitudinea a 10-a. Cu lunetele și telescoapele mijlocii se văd și stele mai slabe.

Încă de mult timp, cele mai strălucitoare stele de pe boltă cerească au primit diferite denumiri individuale. Astfel, cea mai strălucitoare stea de pe tot cerul nocturn poartă denumirea *Sirius*. Este un soare extraordinar de frumos, care strălucește puternic pe cerul de iarnă. Egiptenii din Antichitate îl denumeau „Sothis”, ciobanii noștri l-au denumit „Zorilă”. Adăugînd la cele arătate mai sus faptul că clasele de magnitudine se subîmpart în fracțiuni zecimale, iată mai jos primele 5 stele cele mai strălucitoare de pe firmament, cu denumirea lor individuală și cu valoarea magnitudinii lor:

1. SIRIUS	$-1,58$
2. CANOPUS	$-0,86$
3. VEGA	$+0,14$
4. CAPELLA	$+0,21$
5. ARCTURUS	$+0,24$

Toate stelele care se văd pe cer cu ochiul liber sau cu lunetele și telescoapele de putere mică și mijlocie (instrumentele care nu măresc mult distanțele unghiulare de pe sfera cerească), sînt stele ce aparțin Galaxiei. Numai cu ajutorul celor mai mari telescoape existente azi, de exemplu telescopul de pe Muntele Palomar (S.U.A.), cu diametrul oglinzii principale de peste 5 metri sau cu cel mai mare telescop optic din lume, din Munții Caucaz (U.R.S.S.), cu diametrul oglinzii principale de 6 metri, se pot observa stelele aflate în alte galaxii. Prin instrumentele mici și mijlocii, galaxiile se observă, datorită enormelor depărtări pînă la ele, numai sub o formă compactă, cu structura lor caracteristică (de exemplu o structură spirală), fără a se putea observa în parte fiecare stea.

Să reținem așadar faptul că *constelațiile*, adică *grupările de stele pe care oamenii le-au împărțit și denumit în mod convențional pe sfera siderală* (Ursa Mare, Ursa Mică etc) sînt toate alcătuite din stele ale Galaxiei. Dintre cele circa 150 miliarde de stele ale Galaxiei însă, putem observa foarte puține cu ochiul liber; desigur că putem vedea numai pe cele mai strălucitoare, fie că sînt mai apropiate de noi, fie că sînt stele gigante sau stele cu un debit de energie luminoasă extraordinar. Dăm mai jos numărul exact de stele ce se văd pe sfera siderală, cuprinse între magnitudinile care permit să fie văzute cu ochiul liber:

Magnitudinea 1-a, sau mai strălucitoare		
decît magnitudinea 1-a	20	stele
Magnitudinea a 2-a	53	stele
Magnitudinea a 3-a	157	stele
Magnitudinea a 4-a	506	stele
Magnitudinea a 5-a	1 740	stele
Magnitudinea a 6-a	5 170	stele

Totalul stelelor de pe sfera siderală		
vizibile cu ochiul liber	7 646	stele

Prima observație pe care trebuie să o facem cu privire la constelații este faptul că acestea sînt, după cum am mai spus, grupări convenționale pe sfera siderală și deci stelele unei aceleași constelații nu trebuie în mod obligatoriu să facă parte dintr-un același sistem cosmic real. Cu alte cuvinte, de exemplu, stelele constelației Ursa Mare (prin părțile noastre această constelație poartă numele de Carul Mare, în loc de Ursa Mare, care este denumirea științifică) nu formează în cadrul Galaxiei o aceeași îngrămădire de stele, cu legături fizice între ele (cum ar fi grupul local de stele). Stelele din Ursa Mare sînt numai în mod *aparent* apropiate între ele pe sfera siderală, astfel că formează o grupare numai pe această sferă aparentă, nu și în spațiul cosmic real; anumite stele din Ursa Mare sînt așadar mai apropiate de Pămînt, în vreme ce altele sînt mai depărtate și, în mod fizic, nu au nici o legătură cu primele, în afară de faptul general că aparțin Galaxiei, nu și altei galaxii).

Am arătat mai sus că cele mai strălucitoare stele de pe sfera cerească au primit cîte un nume aparte: Sirius, Canopus, Vega, Capella, Arcturus etc. Ar fi greu însă să reținem numele tuturor stelelor de pe cer dacă tuturor li s-ar fi dat cîte un nume. Numai pentru stelele care se văd cu ochiul liber ar trebui ca fiecare astronom să învețe pe dinafară 7 646 nume! Din acest motiv, pentru ca totuși să poată fi ținută o evidență sigură a stelelor, s-a convenit ca fiecare stea din cadrul aceleiași constelații să fie notată cu cîte o literă din alfabetele grecesc și latin; pentru constelațiile cu foarte multe stele, unde literele grecești și latinești au fost insuficiente, s-au introdus și numere de ordine date anumitor stele mai slabe. Cele mai strălucitoare stele de pe sfera siderală se notează astfel:

Sirius = alfa din constelația Ciinele Mare

Canopus = alfa din constelația Carena

Vega = alfa din constelația Lira

Capella = alfa din constelația Vizitiul

Arcturus = alfa din constelația Păstorul

Adăugăm, pentru informare, alte stele, mai puțin strălucitoare:

Spica = alfa din constelația Fecioara

Rigel = beta din constelația Orion

Pollux = beta din constelația Gemenii

Steaua Polară = alfa din constelația Ursa Mică

Albireo = beta din constelația Lebăda

Bellatrix = gama din constelația Orion

Mizar = zeta din constelația Ursa Mare

Alcor = g din constelația Ursa Mare

Stea fără nume special = epsilon din constelația Cassiopeia

Stea fără nume special = R din constelația Lira

Stea fără nume special = delta din constelația Coroana Boreală

Stea fără nume special = mu din constelația Peștele Austral

Stea fără nume special = 61 din constelația Lebăda

Stea fără nume special = d din constelația Săgetătorul

Stea fără nume special = 95 din constelația Hercules

Stea fără nume special = RS din constelația Cancerul

La sfârșitul acestei cărți, se poate consulta alfabetul grecesc și felul cum se pronunță fiecare literă grecească.

Conform hotărârii unui congres al Uniunii Astronomice Internaționale — cel mai important for astronomic din lume — care a avut loc în anul 1922, s-au stabilit pe sfera siderală un număr de 89 constelații. Numele oficial al constelațiilor este cel latinesc. Pentru desemnarea unei stele oarecare de pe sfera siderală, se va întrebuința litera grecească sau latinească respectivă, numărul sau combinația de litere în cazul stelelor slabe sau a obiectelor cosmice speciale (de exemplu pentru unele nebuloase și pentru unele galaxii se întrebuințează litera M, de la numele astronomului Messier, care a întocmit pentru prima oară catalogul respectiv), precum și numele constelației la cazul genitiv. Exemplu: după cum am văzut, steaua

Sirius, cea mai strălucitoare stea de pe cerul sideral, face parte din constelația Cîinele Mare. În limba latină, această constelație poartă numele „Canis Maior“, iar genetivul acestor cuvinte este „Canis Majoris“. Așadar, Sirius se va nota cu „α Canis Majoris“ și se va citi „alfa Canis Maioris“. La sfîrșitul acestor capitole, dăm lista completă a constelațiilor, cu numele lor latinesc la cazurile nominativ și genetiv, precum și numele tradus în limba română și alte date despre constelația respectivă. Dealtfel, despre constelații vom mai vorbi în paragraful următor.

A rămas să ne ocupăm, la acest paragraf, de un obiect ceresc special, pe care îl observăm pe sfera siderală și care — traversînd sub forma unui inel toată această sferă — nu poate fi cuprins într-o singură constelație. Obiectul acoperind multe constelații este prezent, prin întinderea sa, atît în emisfera boreală, cît și în emisfera australă, intersectînd de două ori ecuatorul ceresc: este Calea Lactee sau, altfel spus, „Calea Lapfelui“, nume dat datorită culorii și structurii sale nedefinite atunci cînd este privită cu ochiul liber. Calea Lactee avînd o strălucire redusă, nu se poate observa din marile orașe, care în general se află sub un adevărat clopot de lumină artificială difuză. În schimb, privită de pe un munte, unde există și avantajul unei atmosfere deosebit de transparente, Calea Lactee este cu adevărat impresionantă. Tot atît de mult i-a impresionat desigur acest obiect sideral și pe astronomii daci care, sub conducerea și îndrumarea marelui lor magistru, Dicineus (secolul I î.e.n.), scrutau bolta înstelată de pe muntele lor sfînt — Kagaionul — de la o înălțime de 1 200 metri deasupra nivelului mării, de acolo, din cetatea Sarmizegetusei! Această fișie luminoasă, care în nopțile senine ni se înfățișează pe cer de la un capăt la altul al bolții înstelate, a fost denumită pe meleagurile noastre „Drumul robilor“ sau, pe alocuri, „Drumul lui Traian“, amintind de legăturile, mai mult războinice, dintre Dacia și Roma antică, legături din care, mai tîrziu, s-a plămădit poporul român.

Am notat, în alt capitol, că Soarele, deci și Pământul, ocupă un loc excentric în Galaxie. Nici măcar nu sîntem situați în planul central al Galaxiei. Să ne reamintim că „domiciliul” nostru în marele sistem stelar este la aproximativ jumătatea distanței dintre centru și marginea Galaxiei, în apropierea unui braț spiral, deasupra planului central. Așadar, fiind în interiorul Galaxiei, avem deocamdată doar posibilitatea să privim pe membrii propriei noastre familii stelare, într-un fel unilateral, numai din locul excentric în care ne găsim. Astfel, Calea Lactee nu este altceva decît *planul central al Galaxiei* (în care densitatea de stele este maximă), *văzut de pe Pămînt*. Altfel spus: Calea Lactee reprezintă proiecția pe sfera siderală a planului galactic central. Din acest motiv, Galaxiei i se mai spune uneori „sistemul stelar al Căii Lactee”. Undeva, prin Calea Laptelui, se poate localiza și poziția centrului Galaxiei. Astfel, de cîte ori vom privi pe firmament constelația Săgetătorul, să ne aducem aminte că *centrul galaxiei noastre se află în constelația Săgetătorului*. Calea Lactee este unul dintre cele mai frumoase obiecte siderale pe care le putem observa cu ochiul liber pe bolta înstelată. Toate bifurcațiile stelare ale Căii Lactee — multe constelații „beneficiază” de aceste interesante formațiuni — sînt impresionante, dacă ceruleste privit îndelung dintr-un loc corespunzător. Mai mulți tineri bucureșteni au avut prilejul să admire Calea Lactee în toată amploarea ei, cu ocazia expedițiilor astronomice pe care le-a organizat, în Masivul Bucegi, Astroclubul Central București de pe lângă Observatorul Astronomic al municipiului, și la care sînt admiși, printre membrii de toate vîrstele, cei mai buni și pasionați elevi, studenți și, în general, tineri astro-nomi-amatori.

Cînd, într-o vreme foarte îndepărtată, încă în epoca de piatră, nevoile vieții cotidiene l-au împins pe om să observe mai atent firmamentul, primii aștri care l-au impresionat în mod deosebit au fost, firește, cei mai strălucitori: Soarele, Luna și Luceafărul (planeta Venus). Această trinitate de

corpuri impresionante a fost, mai târziu, completată cu alți aștri, printre care și cu stele strălucitoare, ca Sirius, sau cu stele semnificative, ca actuala Stea Polară, care ne indică cu ușurință, întotdeauna, direcția nordului geografic. Un fapt deosebit însă a trebuit, cu siguranță, să-i atragă atenția omului preistoric: în vreme ce unii aștri (stelele) păstrează în poziția și gruparea lor o aceeași configurație — și astfel, mai târziu, au putut fi împărțiți în constelații —, alții, printre care Soarele, Luna și Luceafărul, se deplasează pe boltă, schimbându-și mereu poziția față de toți ceilalți. Această ultimă categorie de corpuri cerești a fost denumită categoria astrilor „rătăcitori” pe boltă. Or, numele grecesc antic „πλανητης” (citind acest nume, în forma lui originală, ne vom familiariza și mai bine cu alfabetul grecesc, atât de necesar pentru a cunoaște stelele) înseamnă tocmai „corpuri rătăcitoare”. De aici și numele de „planete”. Să observăm însă că, spre deosebire de semnificația actuală a Soarelui (o stea) și a Lunii (satelitul natural al Pământului), în antichitate atât Soarele cât și Luna erau trecute în rândul planetelor, pentru că și ele „rătăcesc” vizibil, de la o zi la alta, pe boltă cerească.

Deoarece, după cum am spus, Soarele, Luna și planetele sînt aștri rătăcitori pe boltă, îi vom considera în mod separat față de stele, nebuloase și galaxii. Din acest motiv, îi vom socoti că „planează” cu toții pe o nouă sferă imaginară, separată de sfera siderală, pe care am denumit-o *sfera solară*. Pe această sferă, locul principal îl va ocupa Soarele. Din vechi timpuri, s-a observat că în timp de un an astrul zilei împlinește un ocol complet al boltii cerești. Drumul anual al Soarelui pe boltă cerească a fost denumit *ecliptică*. Pe sfera solară, ecliptica se va trasa sub forma unui cerc mare al acestei sfere (se numește cerc mare al unei sfere cercul al cărui plan conține centrul sferei respective). S-a determinat faptul că ecliptica este înclinată față de ecuatorul ceresc, cu un unghi de $23^{\circ}5'$. Punctele de intersecție ale eclipticii cu ecuatorul ceresc, pe sfera solară, sînt în număr de două și se numesc „puncte echinoxiale”; în momentele în care Soarele intersectează

ecuatorul ceresc, nopțile sînt egale, ca durată, între ele. De aici și numele de „echinox” (echi = egalitate, nox = noapte). Cînd Soarele, în mișcarea sa pe ecliptică, intersectează ecuatorul ceresc, trecînd din emisfera australă în emisfera boreală, spunem că are loc *echinoxul de primăvară*, după numele anotimpului astronomic care începe în acel moment în emisfera nordică. Punctul echinoxial de primăvară se mai numește *punct vernal* (de la cuvîntul „vernalis” — de primăvară), și se notează cu litera grecească γ . La începutul toamnei astronomice, Soarele intersectează din nou ecuatorul ceresc, trecînd de această dată din emisfera boreală în emisfera australă. Momentul se numește *echinoxul de toamnă* și punctul echinoxial de toamnă, opus punctului vernal, se notează de obicei cu γ' (se va citi „gamma prim”).

Atît Luna, cit și cele opt planete mari de pe boltă, cunoscute pînă în prezent — Mercur, Venus (sau Luceafărul), Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun și Pluton — nu se depărtează niciodată pe cer prea mult de ecliptică în mișcarea lor anuală. Toate aceste traiectorii ale planetelor și Lunii pe bolta cerească sînt cuprinse într-o zonă inelară de pe sfera solară, de o parte și de alta a eclipticii, care are la mijloc însăși ecliptica și cite o lărgime de $8^{\circ},5$, de o parte și de alta a ei, atît în emisfera boreală, cit și în emisfera australă. Această zonă inelară, de 17° lărgime, poartă numele de *zodiac*. Zodiacul a fost împărțit în 12 căsuțe egale, de cite 30° fiecare, care poartă numele de *semnele zodiacului*. Într-adevăr, fiecare căsuță are un semn caracteristic, care corespundea unei anume constelații acum mai mult de 2000 de ani, cînd, probabil, s-au introdus aceste semne. Unele semne se recunosc destul de ușor, după numele constelației al cărei semn îl poartă; altele, în schimb, sînt niște simboluri mai greu de descifrat. Anul avînd 12 luni, înseamnă că în fiecare lună Soarele se va găsi într-un anumit semn zodiacal, sau, pe scurt, într-o anumită *zodie*. S-a constatat că în aproximativ 2000 ani punctul vernal (intersecția eclipticii cu ecuatorul ceresc) a *retrogradat* cu 28° (cu $50''$, 2 în fiecare an). Sau, altfel spus, Soarele, în miș-

carea lui aparentă pe ecliptică *precede* la echinoxuri cu cîte 50'',2 pe an. De aici și numele acestui important fenomen astronomic: *preceșta echinoxurilor*.

Considerînd ecuatorul ceresc, ecliptica și zodiacul cu semnele sale, pe sfera solară și apoi, dacă pe o altă sferă concentrică cu sfera solară exterioară ei ne închipuim constelațiile, vom obține pe același desen atît sfera solară, cît și sfera sidereală; desigur că fiind vorba de sfere imaginare și nu reale, putem să le dăm diametrele care ne convin mai bine pentru a înțelege fenomenul cercetat. Dacă vom admite același diametru atît pentru sfera solară, cît și pentru sfera sidereală, vom obține *sfera cerească*, pe care am definit-o și pe care, așadar, vom putea plasa pozițiile tuturor corpurilor cerești.

Cu ajutorul noțiunilor astronomice introduse pînă în prezent, sîntem în măsură să definim *sistemul de coordonate ecuatoriale*, folosit frecvent de către astronomii profesioniști și amatori, care se orientează pe firmament cu ajutorul constelațiilor. Ca și în cazul suprafeței pămîntesti, unde pentru orientare este necesară *poziția geografică* a diferitelor puncte (puncte exacte pe mări și oceane în scopul navigației, localități, virfuri de munte etc.), în astronomie sînt necesare pozițiile exacte ale diferiților aștri la momente diferite. Astfel, în astronomie s-au introdus diferite sisteme de coordonate (ecuatoriale, orare, ecliptice, orizontale sau zenitale, galactice etc.), cu ajutorul cărora se indică *poziția astronomică* a obiectelor cosmice. După cum se știe, poziția geografică a unui punct de pe suprafața Pămîntului se exprimă cu ajutorul a două coordonate: latitudinea geografică și longitudinea geografică. Tot astfel, pe sfera cerească — pentru definirea poziției unui punct — sînt necesare două coordonate. Ne vom opri asupra coordonatelor ecuatoriale, care pot fi întîlnite pe orice *hartă cerească* generală care, în mod obișnuit, conține constelațiile reprezentate de principalele stele ce le compun. Coordonatele ecuatoriale ale unui punct de pe sfera cerească sînt date de *ascensia dreaptă*, care se notează cu

litera grecească „alfa“ (α) și „declinația“, care se notează cu litera grecească „delta“ (δ). De obicei, ascensia dreaptă a unui astru se exprimă în unități de timp: ore (h), minute (m) și secunde (s). Uneori, în cazuri speciale, această coordonată se exprimă în unități de arc. Declinația aceluiași astru însă se exprimă întotdeauna în unități de arc: grade ($^{\circ}$), minute de arc ($'$) și secunde de arc ($''$). De exemplu, coordonatele ecuatoriale ale stelei „beta Geminorum“ (steaua Polux) sînt:

$$\beta \text{ Gem. } \begin{cases} \alpha = 7^h 43^m 40^s,5 \\ \delta = + 28^{\circ} 05' 36'',0 \end{cases}$$

Orice sistem de coordonate însă are o *origine*, adică două plane *fundamentale* de la care începe numărătoarea respectivă a coordonatelor. În cazul coordonatelor ecuatoriale, originea sistemului de coordonate are la bază planul ecuatorului ceresc și planul care conține poliî cerești și punctul vernal. Una dintre coordonate, și anume declinația, se măsoară de la ecuatorul ceresc la polul nord ceresc și, în acest caz, se va numi declinație pozitivă sau boreală și se va nota cu semnul + (plus), precum și, de la ecuatorul ceresc la polul sud ceresc. în acest caz se va numi declinație negativă sau australă și se va nota cu semnul minus (—). Declinația stelei Pollux, citată mai sus, este pozitivă, ceea ce înseamnă că steaua Pollux se află în emisfera cerească nordică, la o distanță unghiulară de $28^{\circ} 05' 36''$, 0 față de ecuatorul ceresc. Pe sfera cerească, între ecuator și cei doi poli cerești, se află o distanță unghiulară de cîte 90° . Rezultă că declinația poate să primească valori cuprinse între 0° și $+90^{\circ}$ în emisfera boreală, și între 0° și -90° în emisfera australă. Orice punct situat pe ecuatorul ceresc va avea o declinație nulă ($\delta = 0$), polul nord ceresc are declinația $+90^{\circ}$, în vreme ce polul sud ceresc are declinație -90° .

De la punctul vernal, luat ca origine, se măsoară și cea-laltă coordonată ecuatorială, ascensia dreaptă. Considerin-

du-ne în centrul sferei cerești, și privind ecuatorul ceresc în dreptul punctului vernal, în așa fel încît în partea superioară să fie emisfera nordică, ascensia dreaptă se măsoară de la meridianul punctului vernal (adică cercul mare al sferei cerești care trece prin cei doi poli și prin punctul vernal), în sensul de la dreapta spre stînga. Orice punct situat pe meridianul punctului vernal va avea ascensia dreaptă egală cu zero. Ascensia dreaptă poate să primească valori cuprinse între 0^h și 24^h sau, în grade, între 0° și 360° . Unei ore (1^h) îi va corespunde așadar 15° , unui minut de timp (1^m) îi va corespunde $15'$ și unei secunde de timp (1^s) îi va corespunde $15''$.

Să reținem că sînt indispensabile cunoașterii constelațiilor toate noțiunile astronomice introduse pînă în prezent: sferă cerească, pol și ecuator ceresc; zenit și orizontul locului, meridian, ecliptică, zodiac, coordonate ecuatoriale etc.

2. Constelațiile

A sosit momentul să dăm o primă *clasificare a constelațiilor pe sfera siderală*, după poziția pe care o ocupă fiecare constelație în raport cu ecuatorul ceresc. Vom distinge astfel următoarele tipuri de constelații:

- a) CONSTELAȚII BOREALE (sau NORDICE)
- b) CONSTELAȚII ECUATORIALE
- c) CONSTELAȚII AUSTRALE (sau SUDICE).

Se înțelege că multe dintre constelațiile cuprinse în emisfera nordică cerească vor fi constelații boreale. Exemplu: Ursa Mică, Ursa Mare, Cassiopeia, Perseu, Andromeda, Păstorul, Taurul, Gemenii etc. La fel, multe dintre constelațiile cuprinse în emisfera sudică cerească se vor numi constelații australe. Exemple: Cîinele Mare, Scorpionul, Săgetătorul, Capricornul, Microscopul, Telescopul, Coroana Australă, Crucea Sudului, Carena etc.

Toate constelațiile care prin întinderea lor traversează ecuatorul ceresc, fiind aşadar aşezate mai mult sau mai puțin de o parte și de alta a ecuatorului ceresc, nu pot fi numite nici constelații boreale și nici constelații australe; se numesc constelații ecuatoriale. Exemplu: Fecioara, Orion, Câinele Mic, Ophiucus, Vulturul, Leul, Peștii, Sextantul, Hidra etc.

A doua clasificare a constelațiilor pe sfera siderală se face după poziția pe care o ocupă fiecare constelație în raport cu zodiacele de pe sfera solară. Dacă vom presupune că cele două sfere — siderală și solară — au aceeași rază, desigur că sferile se vor suprapune; zodiacul se va suprapune peste anumite constelații în dreptul cărora se află Soarele și planetele în mișcarea lor anuală pe sfera solară. Aceste constelații se vor numi „constelații zodiacale”. Deoarece ecliptica și zodiacul se desfășoară atât în emisfera boreală cât și în emisfera australă, rezultă că față de prima clasificare a constelațiilor vom exclude numai constelațiile ecuatoriale, înlocuindu-le cu constelațiile zodiacale. Astfel, vom distinge următoarele tipuri de constelații:

- a) CONSTELAȚII BOREALE (sau NORDICE)
- b) CONSTELAȚII ZODIACALE (sau ECLIPTICE)
- c) CONSTELAȚII AUSTRAL (sau SUDICE).

Mai exact, constelațiile zodiacale se definesc ca fiind constelațiile care, prin întinderea lor, acoperă ecliptica. Aceste constelații sînt în număr de 13, cu toate că, după cum am văzut mai sus, zodiacul a fost împărțit în numai 12 semne zodiacale (zodii). Nepotrivirea se explică prin mai multe cauze. În primul rînd, una dintre constelațiile zodiacale, a 13-a, a fost relativ recent „desemnată” prin extinderea constelației boreale Ophiucus („Purtătorul de șarpe”) și asupra unei porțiuni care conține vreo 15° din ecliptică. În al doilea rînd, după cum am mai spus, semnele zodiacului nu mai corespund azi constelațiilor respective. Azi se știe că punctul vernal nu se mai găsește în constelația Berbec (sau Berbecul), însă semnul zodiacal din dreptul constelației Peștii seamănă cu cele două coarne ale unui berbec. De aici, probabil și litera

grecească „gamma“ (γ), cu care se notează de obicei punctul vernal. Așadar, acum mai mult de două milenii, în momentul în care începea primăvara, Soarele se afla pe sfera cerească în dreptul constelației Berbecul. În secolul nostru însă, momentul începutului primăverii astronomice este marcat prin prezența Soarelui (pe sfera solară) în dreptul constelației Peștii (de pe sfera siderală).

Prezentăm în continuare numele celor 13 constelații zodiacale, cu denumirea lor în limba latină la cazul nominativ (a), apoi aceeași denumire oficială (științifică) la cazul genitiv (b) — termen folosit, cum am mai spus, cînd se desemnează o stea oarecare din constelația respectivă — precum și notația prescurtată a constelației (c), care se folosește în astronomie în mod curent. De asemenea, adăugăm și numele constelației în limba română (d). Tabelul îl începem cu constelația Peștii, deoarece, în momentul de față, după cum am arătat, la începutul primăverii Soarele se află pe ecliptică în dreptul acestei constelații:

Tabelul 5

Nr.	(a)	(b)	(c)	(d)
1	Pisces	Piscium	Psc.	Peștii
2	Aries	Arietis	Ari.	Berbecul
3	Taurus	Tauri	Tau.	Taurul
4	Gemini	Geminorum	Gem.	Gemenii
5	Cancer	Cancri	Cnc.	Cancerul sau Racul
6	Leo	Leonis	Leo.	Leul
7	Virgo	Virginis	Vir.	Fecioara
8	Libra	Librae (se citește „Libre“)	Lib.	Balanța
9	Scorpius	Scorpii	Sco.	Scorpionul
10	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph.	Ofiucus
11	Sagittarius	Sagittarii	Sgr.	Săgetătorul
12	Capricornus	Capricorni	Cap.	Capricornul
13	Aquarius	Aquarii	Aqr.	Vărsătorul

Dăm un exemplu de folosire a tabelului de mai sus. Cea mai strălucitoare stea din constelația Fecioara este o frumoasă stea de magnitudinea $+1,21$, cu numele de „Spica” (Spicul). Este prima stea, alfa, din constelația Fecioara. În limbaj științific îi vom spune „steaua alfa din constelația Virgo” sau „alfa Virginis” (la genitiv) și o vom nota „ α Vir.”, conform tabelului de mai sus. Vom reține că, în vreme ce punctul echinoxial de primăvară (punctul vernal) se află în constelația Peștii, solstițiul de vară corespunde constelației Gemenii, echinoxul de toamnă constelației Fecioara și solstițiul de iarnă constelației Săgetătorul. Diferitele constelații citate însă se vor observa, pe cerul nocturn, în anotimpurile opuse, când Soarele se va afla în dreptul constelațiilor opuse: *Fecioara* este o constelație care se observă primăvara, *Săgetătorul*, o constelație de vară, *Peștii*, o constelație de toamnă și *Gemenii* o constelație care se observă pe cerul nocturn de iarnă.

Trecem la o nouă împărțire, *clasificarea sezonieră a constelațiilor în raport cu succesiunea anotimpurilor*. Aceasta este, de fapt, clasificarea de care se ține seama în mod curent în practica astronomică. Distingem următoarele tipuri de constelații:

a) CONSTELAȚII CIRCUMPOLARE (nordice și sudice)

b) CONSTELAȚII DE PRIMĂVARĂ

c) CONSTELAȚII DE VARĂ

d) CONSTELAȚII DE TOAMNĂ

e) CONSTELAȚII DE IARNĂ.

Constelațiile circumpolare sînt vizibile în tot cursul anului de la latitudini aproximativ egale sau mai mari de 45° , cum este cazul României. Ele sînt constelațiile grupate în jurul polilor cerești. Desigur că de la noi sînt vizibile constelațiile circumpolare nordice: nu vom putea observa însă nici odată din România constelațiile circumpolare sudice, care

se văd numai de la latitudini geografice sudice, care depășesc aproximativ paralela -45° . Desigur că, în vreme ce constelațiile circumpolare pot fi văzute, pe cer senin, în orice noapte din an, constelațiile de sezon — de primăvară, de vară, de toamnă și de iarnă — se vor vedea cel mai bine în anotimpurile respective. După cum am spus constelațiile circumpolare nordice sînt toate constelațiile din jurul polului (de la orice ascensiune) care depășesc declinația de aproximativ $+45^\circ$. Constelațiile ale căror stele au declinații în general mai mici de $+45^\circ$ (pentru țara noastră, practic pînă la declinația de aproximativ -30°) sînt constelații sezoniere. Primăvara vom observa mai ales constelațiile cuprinse între ascensiunile drepte 9^h și 15^h (adică cîte trei ore în ascensie, înainte și după meridianul ceresc care indică ascensia 12^h); de aceea, aceste constelații se numesc constelații de primăvară. În mod corespunzător, constelațiile de vară sînt cuprinse între ascensiunile drepte 15^h și 21^h , constelațiile de toamnă între 21^h și 3^h (adică una dintre ele — Peștii — conține punctul vernal, de ascensie 0^h) și constelațiile de iarnă între ascensia dreaptă 3^h și ascensia dreaptă 9^h .

Pe hărțile cerești generale, stelele principale dintr-o constelație sînt unite prin drepte. Acest lucru este necesar pentru a memora cît mai bine forma constelației respective, pentru a putea fi ușor recunoscută pe bolta cerească. De exemplu, constelația circumpolară Cassiopeia are stelele principale așezate într-o configurație simplă și ușor de reținut: un W cînd se vede spre orizont și un M cînd se vede spre zenit. Desigur că, datorită *mișcării diurne* a boltii cerești (cu o perioadă de 24 ore), aceeași constelație își schimbă poziția față de orizont de la o oră la alta; întreaga boltă cerească are o mișcare aparentă de la răsărit la apus (rezultat al rotației Terrei de la vest spre est) și, astfel, toate constelațiile sînt antrenate în această mișcare dînd impresia că polii cerești (la noi, polul nord ceresc) sînt ficși iar acestea se mișcă în

jurul lor. Steaua polară fiind la aproximativ 1° de polul nord ceresc, pare fixă, indicând totodată direcția nordului geografic.

Fiecare astronom sau astronom-amator poate să-și aibă propriul său sistem de recunoaștere a constelațiilor. Există totuși unele indicații generale, pe care trebuie să le cunoască — pentru ca să se „descurce“ printre stele — mai ales astronomul-amator începător. Ursa Mare sau Carul Mare este cea mai cunoscută constelație. De aceea, cunoașterea practică a constelațiilor începe de obicei plecând de la constelația circumpolară Ursa Mare. Mulți împart această constelație în două configurații principale: „Carul“ propriu-zis, un romb ale cărui laturi unesc patru stele aproximativ la fel de luminoase („roțile“ carului) și „oștea“. În total, Ursa Mare conține deci șapte stele principale: α , β , γ , δ — „carul“ și ϵ , ζ , η — „oștea“ carului. Printre altele, amintim că steaua Ursae Majoris este formată dintr-un cuplu vestit de două stele — *Alcor și Mizar* — care, încă din Antichitate, era folosit pentru a încerca dacă cineva are vederea bună; Alcor și Mizar constituie o stea dublă, bine vizibilă cu ochiul liber — pe un cer corespunzător — dacă persoana respectivă are o vedere bună. Se pare că tot la acest cuplu stelar s-a referit scriitorul Mihail Sebastian când a fixat pe boltă *steaua Mona*, din cunoscuta-i piesă *Steaua fără nume*.

Dar, să revenim la constelații. Privind pe boltă Ursa Mare și, fixându-ne în memorie distanța unghiulară dintre cele două „roți“ ultime ale „carului“ — alfa și beta — apoi, prelungind în direcția beta-alfa arcul de cerc mare al boltii de circa cinci ori distanța „beta-alfa“, se întâlnește steaua alfa din constelația Ursa Mică, care nu este alta decât *Steaua Polară*. În mod analog, cu harta cerească în față — luminată de o lanternă cu becul corespunzător, pentru a nu deranja — și privind pe bolta înstelată, prin prelungiri asemănătoare, în minte, a unor configurații stelare, se pot identifica toate constelațiile. Dar, cu multă răbdare! Într-o primă fază, câteva

noapți senine în șir, începătorul se va familiariza bine cu constelațiile circumpolare:

1. Ursa Mare (Carul Mare)
2. Ursa Mică (Carul Mic)
3. Cassiopeia (Casiopeia)
4. Draco (Dragonul)
5. Cepheus (Cefeu)
6. Perseus (Perseu)
7. Camelopardalis (Girafa)
8. Lynx (Linxul)
9. Lacerta (Șopîrla),

Am dat aici constelațiile circumpolare nordice, în ordinea ușurinței cu care pot fi identificate și cunoscute pe boltă. Să reținem că, față de Steaua Polară, Ursa Mare și Cassiopeia sînt în direcții opuse și aproximativ la aceeași distanță unghiulară pe cer. De asemenea, cele două „Urse” au aceeași formă, dar pe cer sînt întoarse una față de alta: „carul” uneia este în sensul „oîstei” celeilalte și invers. Dragonul este o constelație lungă și are un „cap” (micul triunghi format din stelele beta, gamma și xi) și o „coadă” (restul stelelor principale din constelație) întortocheată, care se întinde între cele două „Urse”.

După ce astronomul-amator va fi obișnuit cu identificarea constelațiilor circumpolare, va putea să treacă la recunoașterea constelațiilor propriu-zise „de sezon”. Trebuie să subliniem faptul că într-o seară, pe boltă, nu se vor vedea numai constelațiile sezonului respectiv ci, parțial, și constelațiile sezonului care a trecut și ale celui care va veni. De exemplu, la miezul unei nopți de primăvară, în zona nordică se vor vedea constelațiile circumpolare, înspre sud constelațiile primăverii, spre est o parte din constelațiile verii, iar spre vest o parte din constelațiile iernii. Trei dintre constelațiile primăverii sînt bine vizibile prin configurația lor lesne de reținut: Bootes (Boarul sau Văcarul), cu strălucitoarea stea Arcturus, Leo (Leul Mare) cu steaua Regulus, de primă mărime și constelația Virgo (Fecioara), cu albastra stea Spica. Vara, pe boltă, se recunoaște repede un triunghi mare, aproxi-

mativ isoscel, format din trei stele strălucitoare, toate trei albe: Vega, Deneb și Altair. Ele fac parte din trei constelații caracteristice verii, ușor de recunoscut cu ajutorul hărții: Lira, Lebăda (fiind în formă de cruce se mai numește „Crucea Nordului”) și Vulturul. Frumoase constelații de vară mai sînt: Coroana Boreală, Hercule, Ophiucus, Scorpionul și Săgetătorul. Toamna e caracterizată prin prezența pe cer în spre zenit a constelațiilor — ușor de învățat — Andromeda și Pegas. De pildă, pe linia care unește Polara cu Ședar (alfa din Cassiopeia), la o jumătate din distanța dintre cele două stele, dincolo de Ședar, se poate identifica — de la munte, sau dintr-un loc foarte bine ferit de lumină, chiar și cu ochiul liber — o mică pată ovală: galaxia din Andromeda. Dintre constelațiile de toamnă mai cităm Peștii, Berbecul, Balena și Vărsătorul. Cerul cu cele mai frumoase constelații este, fără îndoială, cerul de iarnă. Recunoscută de toți iubitorii Uraniei ca cea mai splendidă constelație de pe cer — foarte ușor de ținut minte — este constelația Orion. Strălucitoarele stele Betelgeuse, Rigel, Bellatrix și Kappa Orionis formează un patrulat caracteristic. La mijlocul acestuia se află celebrul „briu al lui Orion”, format din trei stele strălucitoare, aliniate („cei trei regi”), și, foarte aproape de ele, pe un cer senin, neluminos, cu ochiul liber sau, mai ales, cu un binoclu, se recunoaște imediat „marea nebuloasă din Orion”. Dar stelele strălucitoare ale cerului de iarnă se țin lanț. La picioarele Orionului, în imediata sa apropiere, străjuiește constelația „Ciinele Mare”, cu cea mai strălucitoare stea de pe cer — Sirius. Apoi „Ciinele Mic” cu steaua Prokyon, „Gemenii” cu stelele Castor și Pollux, „Vizitiul” cu galbena stea Capella, „Taurul” cu cele două îngrămădiri deschise — Pleiadele („Cloșca cu pui”, „Găinușa”) și Hyadele. Este o mare plăcere să privești cerul de iarnă! Astronomii și astronomii-amatori, cei cu adevărat pasionați, contemplă deseori minunata priveliște a constelațiilor iernii, chiar și în ciuda gerului din nopțile de februarie!

3. Luneta

Ochiul este primul instrument și cel mai necesar, atât astronomului profesionist, cât și astronomului-amator. Cu ochiul liber se învață constelațiile și tot cu acesta se pot face o serie de observații astronomice interesante. Azi însă, tehnica de observație pune chiar și la dispoziția astronomului-amator instrumente, de la cele mai simple și pînă la cele mai complexe. Cel mai simplu instrument al unui astronom-amator modern pare a fi luneta. Corect ar trebui să-i spunem „telescop”. Dacă *obiectivul* lui (partea optică îndreptată spre obiectul de observație astronomică) este format dintr-un sistem de lentile, se numește *telescop refractor* (razele de lumină se refractă prin obiectiv); acestuia i se mai spune, în mod obișnuit, „lunetă”. În cazul că obiectivul instrumentului este format dintr-un sistem de oglinzi (care reflectă lumina), avem de a face cu un *telescop reflector* (i se mai spune simplu „telescop”). Telescoapele mai au și o parte optică — formată dintr-un sistem de lentile prin care se privește cu ochiul: *ocularul*. Lunetele sînt fie *terestre* fie *astronomice*; primele nu răstoarnă imaginea, iar ultimele prezintă, de pildă Luna, cu imagine răsturnată. Telescoapele reflectoare sînt de mai multe tipuri, după cum sînt confecționate și dispuse sistemele de oglinzi.

Ne vom mărgini aici la construcția unei lunete după schema dată de J.C. Alders.

Lupele și aparatele fotografice se află de vinzare în magazinele de specialitate și n-ar avea nici un rost să le construim. Nu tot așa este cazul lunetelor, a „ochianelor” cerești (astronomice). Asemenea aparate sînt foarte scumpe, fiind precis executate. Ne vom mulțumi cu o execuție mai modestă, dar vom avea mulțumirea de a avea un instrument făcut prin propriile noastre mijloace.

Avem nevoie mai întîi de un tub de lunetă din aramă sau tablă, de 95 cm lungime și 5 cm diametru în interior, de un tub ocular de 20 mm diametru interior și 200 mm lungime și

de un al doilea tub ocular, de numai 70 mm lungime, care să lunece (să „telescopeze”) peste primul tub ocular, mai lung. Mai avem nevoie, după aceea, ca obiectiv, de o lentilă biconvexă de 50 mm diametru și 1 000 mm distanță focală; ca ocular vor sluji o lentilă planconvexă de 20 mm diametru și 50 mm d.f. (=distanță focală), și o alta biconvexă de 10 mm diametru și 15 mm d.f. Teoria ne spune că sînt de ajuns și două lentile, și anume un obiectiv de 1 000 mm d.f. și un ocular de 15 mm d.f. Raportul de mărire este $1\,000:15=66\times$, însă cîmpul imaginii este prea mic. Spre a corecta acest neajuns, luăm pentru ocular două lentile: una planconvexă cu 50 mm d.f., alta biconvexă cu 15 mm d.f. Distanța focală combinată a garniturii ocularului va fi 25 mm, iar mărirea de $1\,000:25=40\times$. O casă la 1 000 m depărtare se „apropie” (în aparență), pînă la $1\,000:40=25$ metri. Dacă folosim numai lentila planconvexă, mărirea va fi $1\,000:50=20\times$. Dacă dorim să lucrăm mai comod (dar mai scump), ne procurăm un ocular de microscop. Un ocular de microscop Huygens nr. 1 are o d.f. de 5 cm, deci cu un obiectiv de 100 cm d.f. (= 1 000 mm) obținem o mărire de $100:5=20\times$. Ocularul nr. 4, de 25 mm d.f., ne asigură o mărire $1\,000:25=40\times$. Toate ocularele Huygens au și o diafragmă montată.

Ocularul trebuie să fie reglabil și de aceea tubul ocular trebuie să poată fi mutat, față de tubul lunetei. Ne procurăm de la un tâmplar un manșon de fag, în care să fie o gaură potrivită pentru lunecarea tubului ocular. Lentilele le montăm pe niște inele subțiri de lemn, confecționate de noi la traforaj. Pentru lipirea lentilelor pe inele (care se face exact la mijloc), folosim clei rece. Inelele nu le prindem cu clei de tuburi, căci avem nevoie din cînd în cînd să scoatem lentilele afară, ca să le curățăm. Inelele acoperă o parte din lentile, ele slujind ca un fel de diafragme pentru eliminarea razelor marginale. În plus, vom mai confecționa și o diafragmă separată, dintr-o rondelă de tablă, avînd la centru o gaură de 2—2,5 mm diametru. Diafragma aceasta o lipim tot pe un

inel de lemn. Gaura trebuie dată foarte exact, altfel marginile neregulate stingheresc privirea. Locul diafragmei între cele două lentile ale ocularului se determină prin încercări, astfel ca imaginea văzută prin ocular să fie perfectă. Inelele port-lentile și port-diafragmă trebuie să fie cât mai subțiri, deoarece lentilele ocularului lucrează împreună, se află deci la mici distanțe una de alta. În caz că inelele de lemn sînt prea groase, lentilele nu pot fi acordate. Presupunind că nu obținem imagini bune, facem următorul control: lăsăm mai întîi la ocular numai lentila plan-convexă și obținem o imagine bună. Adăugăm și lentila biconvexă mică: imagine proastă. Este evident că defectul e pricinuit de grosimea cea mare a inelelor, pe care trebuie să le refacem. La capătul dinspre obiectiv, lipim de tub un inel mare de lemn, care va colecta umezeala în serile răcoroase, oprind-o să pătrundă pe lentilă. Inelul acesta de protecție este folositor, dar nu indispensabil. Interiorul tuturor tuburilor se va vopsi cu negru, deoarece tuburile nu au voie să reflecte lumina. Luăm o cirpă, o muier în lac negru și o tragem bine prin tuburi. O rețetă bună de lac negru pentru instrumente optice este aceasta: topim la căldură, în 100 cm³ apă, 3 g borax, 6 g șerlac și 3 g glicerină; după completa lor dizolvare, adăugăm 12 g negru de anilină.

După ce am montat luneta o îndreptăm asupra unei case depărtate. Trebuie să scoatem tubul ocular cel lung cam cu 8 cm din tubul gros al lunetei, iar tubul scurt al ocularului îl împingem complet peste tubul de 200 mm. După aceea, îl mutăm încoace și încolo, pînă prindem lămurit detaliile casei din depărtare. Acum luneta este gata pentru observații astronomice. O îndreptăm asupra Lunii (cînd aceasta se află în primul sau ultimul pătrar, niciodată asupra Lunii pline).

Putem folosi luneta și așa, ca un simplu tub, dar va fi cu neputință să o ținem imobilă, ca să putem face observații temeinice. Ținînd luneta în mîini, imaginea va juca în fața ochiului. Iată de ce avem neapărată nevoie de un stativ. Confectionăm mai întîi suportul lunetei, din tablă de zinc.

Acest suport stă într-o axă de rotație care se poate invirti într-un fel de scaun. Scaunul respectiv este fixat de picioarele trepiedului. Toate dimensiunile se văd în figura respectivă, de la sfârșitul acestei cărți (figurile 20 și 21). Se pot confecționa diverse tipuri de stativ, De pildă, stativ făcute din două discuri de lemn, de 200 respectiv 500 mm diametru, legate la un loc prin 3 picioare puternice de 140 cm lungime, avînd capete ascuțite. Fixarea picioarelor de discuri se face prin șuruburi de lemn. În centrul fiecărui disc, este dată cîte o gaură de 20 mm. Luneta este fixată, tot cu un suport de zinc, lățimea zincului fiind de 20 cm. Sub suportul respectiv se găsește o bară metalică de 1 300 mm lungime și 18 mm diametru, care pătrunde cam 5 cm în suport, unde este fixată. Bara metalică trece prin găurile discurilor. Pe fiecare disc este fixat un bloc de lemn, avînd un inel și un șurub de strîngere. Blocul face corp comun cu discul, iar bara trece prin inel și este strînsă cu șurubul existent. În felul acesta, se asigură o fixitate bună, precum și posibilitatea de a se muta luneta mai sus sau mai jos. Pe discul superior, se lipește o hîrtie gradată după roza vinturilor, ca la busole (Nord, Sud, Est, Vest etc.).

4. Primele observații necesare: astroclimatul

Este foarte important a se cunoaște condițiile de observație astronomică în locurile alese pentru instalarea lunetei sau a unui observator. De aceea, observațiile de astroclimat sînt foarte necesare. În general, astroclimatul comportă trei mari aspecte: transparența, turbulența și nebulozitatea cerului. Vom da, în continuare, cîteva dintre metodele care contribuie la cunoașterea astroclimatului, metode relativ simple, recomandate de către *Calendarul astronomic* (partea permanentă) sovietic, de sub redacția lui P.I. Bakulin. În cele ce urmează ne vom referi, mai ales, la transparență și turbulență. Nebulozitatea cerului fiind în general o problemă meteorologică, ne mărginim doar a face cîteva considerații

generale. De aceea vom spune mai întâi cîte ceva referitor la nebulozitatea cerului. Evident că, după mulți ani de observații din același loc, orice astronom sau astronom-amator va putea cunoaște numărul mediu de nopți senine (total și parțial) pe an, putînd astfel aprecia dacă locul de observație are sau nu are condiții prielnice din acest punct de vedere. De exemplu, dacă în medie din 365 zile pe an sînt numai vreo 50 zile senine (cu nopți clare, fără ceață sau nori), evident că din punctul de vedere al nebulozității locul de observații ales va fi necorespunzător. Această lipsă însă este posibil să fie compensată — în același loc — printr-un cer (în cele 50 nopți senine) de o excepțională transparență și cu o turbulență redusă. În acest caz (acest caz corespunde deseri unor zone de mare altitudine!), locul de observație ales este prețios, chiar și cu numărul mic de nopți prielnice observațiilor. Rezultă din cele spuse că numai luarea în considerare a stării de nebulozitate a cerului este insuficientă pentru caracterizarea calităților atmosferice ale locului de observație. Pentru o bună orientare în alegerea unui astfel de loc (mai ales dacă se are în vedere amplasarea unei stații astronomice sau chiar a unui observator astronomic), sînt necesare observații îndelungate de astroclimat și permanente — cel puțin 3 ani — care să aibă în vedere principalele trei componente ale condițiilor de astroclimat: nebulozitatea cerului, transparența și turbulența atmosferei. Azi, mai mult ca oricînd, studiul condițiilor de astroclimat dintr-o anumită zonă capătă o importanță deosebită — de sine stătătoare — prin faptul că acesta poate contribui în mod efectiv la *aprecierea stării de poluare a atmosferei în zona respectivă*. Or, importanța unui astfel de studiu depășește cu mult cadrul strict astronomic! De aceea, în mini-ghidul nostru, am considerat că trebuie mai întâi să-l înarmăm pe astronomul-amator cu metodele de observație ale astroclimatului, necesare atît în folosul propriu-zis al observațiilor astronomice ulterioare (azi, orice observație astronomică se poate lua în considerare — în cadrul general al cercetărilor astronomice

— numai dacă se precizează și condițiile efective în care s-a lucrat!), cât și la aprecierea poluării aerului. Se poate vorbi aici despre o *poluare luminoasă* cât și despre o *poluare fizico-chimică* a aerului. Astroclimatul intervine în această chestiune prin faptul că lumina care vine de la corpurile cerești este atenuată, fiind slăbită — în timpul nopții — atât de către *fondul luminos al cerului nocturn*, datorat în mare parte luminii artificiale (mai ales iluminării electrice a localităților), cât și prin *absorbția atmosferei terestre*. Or, mărimea absorbției atmosferice este în raport direct cu *gradul de prăfuire al atmosferei* (prăfuire cu două componente: *naturală* și *artificială*, ultima fiind mai ales *industrială*) și cu prezența în atmosferă a vaporilor de apă. De asemenea curenții de aer din atmosferă împiedică observarea normală a astrilor, provocând vibrația (scintilația) lor și înrăutățind vizibilitatea.

Totalitatea factorilor care caracterizează starea atmosferei se numește *regim atmosferic*. Acești factori trebuie să fie cercetați în permanență și luați în considerare pentru *corectarea observațiilor astronomice* propriu-zise și pentru a cunoaște bine condițiile de observație dintr-un loc anumit, ales ca *punct astronomic*.

Cu privire la *nebulozitatea cerului* nu dăm aici metode de observare propriu-zise. Ea fiind o problemă meteorologică, destul de complexă, o vom studia, în ceea ce ne privește, luând ca bază lucrările publicate de către specialiștii din acest domeniu. De exemplu cărți ca *Meteorologia generală* (C. Stoica, N. Cristea, București, 1971), *Clima Bucegilor* (Dr. St. M. Stoenescu, București, 1951), sau *Geologia masivului Bucegi* (Dan Patrulius, București, 1969) etc. ne vor edifica în problemele respective. Atlasul climatologic al României conține și grafice cu variația anuală a nebulozității cerului pentru câteva localități sau zone mai importante din țară. Din aceste grafice se constată lunile cele mai favorabile observațiilor în zona respectivă, cu cele mai multe zile senine (valoarea minimă a lui n = nebulozitatea medie). Pentru București,

Tabelul 6

Numărul nopților de observații la cercul meridian al
Observatorului Academiei R.S.R. (București)*
Perioada 1951—1959

Luna \ Anul	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Media lunară
Ianuarie	**	12	7	6	2	12	9	3	9	7,5
Februarie	—	10	9	0	7	7	12	15	8	8,5
Martie	—	9	12	8	11	9	13	8	13	10,4
Aprilie	—	21	13	12	10	—	11	9	9	12,1
Mai	—	15	11	10	15	—	2	19	10	11,7
Iunie	—	11	17	20	9	—	12	11	9	12,7
Iulie	8	18	21	18	14	—	18	13	17	15,9
August	13	13	16	20	17	15	20	15	15	16,0
Septembrie	18	14	20	20	15	19	14	12	27	17,7
Octombrie	14	15	12	10	13	18	15	15	15	14,1
Noiembrie	12	4	8	3	9	5	2	5	5	5,9
Decembrie	12	2	6	3	9	4	2	10	6	6,0
Nopți de observații ***	77	144	152	130	131	89	130	135	143	—

* Azi, acest observator este coordonatorul mai multor unități de cercetare specializate, purtând numele oficial de *Centrul de Astronomie și Științe Spațiale București*.

** Semnul „—” indică lunile în care nu s-au făcut observații din motive tehnice.

*** Media anuală pe 7 ani (1952—1955; 1957—1959): 138 nopți de observații astronomice, adică 37,7% nopți din an.

dăm în plus un tabel cu numărul nopților de observații la marele cerc meridian al centrului de Astronomie și Științe Spațiale. Rigurozitatea cu care se fac observațiile astronomice la marele cerc meridian al observatorului de pe dealul Filaret din București (care a permis publicarea recentă a uneia dintre cele mai importante lucrări astronomice de talie mondi-

ală efectuată în România: *Bucharest K.S.Z. Catalogue of faint stars for 1950. O. Declination Zone -11° to $+11^{\circ}$*), precum și precizia instrumentului, ne îndreptățește să considerăm pentru București, din punctul de vedere al nebulozității, o valoare medie în jurul a 138 nopți cu cer favorabil observațiilor astronomice, adică circa 37,7% nopți anual.

Ca o regulă generală privind condițiile de observații astronomice, recomandăm — pentru nebulozitate — următoarea scară, elaborată de astronomul francez André Danjon, cunoscut practicant; notația simplă — A, B, C, D, sau E — privind starea cerului, va trebui să însoțească rezultatul oricărei observații astronomice realizată în scop de cercetare:

SCARA DANJON

1. *Starea cerului* (vremea)

Descrierea

Gradul (notația care se face în carnetul de observații)

A

Cer perfect curat, fără urme de nori sau ceață.

B

Ușoară ceață, sau văl foarte fin de nori, fără efect.

C

Ceață sau nori care întunecă obiectul.

Amănunte fine invizibile.

D

Nori care mai permit, în intervale, observarea Soarelui sau Lunii. Sint vizibile doar amănunte mari.

E

Observații imposibile. Cer acoperit.

Soarele greu vizibil.

Deși încă nu ne ocupăm de transparența și turbulența atmosferică, din dorința de a reda *Scara Danjon* completă, vom adăuga și celelalte notații necesare, privind „atmosfera” și „definiția”. Specificăm faptul că în vreme ce scara de mai sus (starea cerului) trebuie aplicată la orice fel de observații

— astroclimat, meteori, stele variabile etc. —, următoarele două se referă numai la observații telescopice privind suprafețele planetare, lunară și solară.

2. *Atmosfera* (evaluarea agitației suprafeței respective, datorată curenților atmosferei terestre)

- 1 Imagine perfect staționară în tot timpul observației.
- 2 O foarte ușoară undulație (în intervale) ce nu incomodează.
- 3 Agitație a marginilor planetelor. Luna prezintă undulații.
- 4 Discurile planetare sînt ondulate. Apar umbre volante.
- 5 Oscilații continue pînă la 5"—6" amplitudine: „fierbere“.

3. *Definiția* (claritatea imaginilor telescopice).

- 1 Amănuntele foarte fine ușor vizibile (definiție perfectă).
- 2 Se văd ușor culorile și detaliile mai mari.
- 3 Culori planetare greu vizibile. Detalii dificile.
- 4 Mai sînt vizibile numai zonele principale.
- 5 Se poate observa numai forma obiectului. Pe discul planetar nu se observă nici un detaliu (definiție foarte rea).

Să ne ocupăm în continuare de unul dintre principalii factori ai astroclimatului: transparența atmosferică. În prealabil este necesar să pregătim un caiet sau o condică ca *jurnal de observații*.

a. *Observarea transparenței atmosferei în timpul luminii de zi*. Se recomandă efectuarea observațiilor fie la fiecare două ore, în continuare, de la 8^h la 20^h, fie de trei ori pe zi: dimineața la 8^h, ziua la amiază și seara la 17^h. Dacă observațiile nu au fost posibile din cauza norilor, atunci în jurnal se trece semnul „X“. Observațiile scăpate de observator, în cazul cînd ele ar fi fost posibile, se notează cu semnul „—“.

a.1) *Vizibilitatea aureolei în apropierea Soarelui.* Din cauza împrăștierei luminii în atmosfera terestră, în jurul discului solar se vede o aureolă, a cărei rază, strălucire și culoare depind de starea transparenței atmosferei. Cu cât atmosfera este mai pură, cu atât mai mică ca mărime și mai slabă ca strălucire este aureola din jurul Soarelui. Observațiile se rezumă la aprecierea razei, culorii și strălucirii aureolei. În acest scop, discul solar se acoperă cu un ecran rotund și se apreciază diametrul aureolei (cu exactitate până la $0^{\circ}, 5$), după care se determină raza ei. Limita aureolei este oarecum ștearsă, de aceea este considerată ca atare regiunea cerului în apropierea Soarelui, care nu are o vădită nuanță albastră. Diametrul aureolei trebuie măsurat de 5—6 ori și se va obține din aceste măsurări mărimea medie aritmetică a razei. Strălucirea și culoarea aureolei în jurul Soarelui se apreciază după scala lui T.A. Tihonov, prezentată mai jos:

Gradul

Descrierea

- 0 Aureola nu se vede. Cerul este de safir până la Soare;
- 1 Aureolă foarte slabă, în așa fel că cerul, chiar lângă Soare, are încă o culoare albăstruie;
- 2 Aureola înlătură culoarea albăstruie a cerului lângă Soare și îi dă o nuanță de oțel;
- 3 Aureola este albă ca laptele;
- 4 Aureola este albă strălucitoare;
- 5 Aureola foarte strălucitoare, aurie.

a.2) *Observarea albastrului cerului* se face în sectorul cerului care se află la o distanță de 90° de Soare, în azimutul opus. Apreciaerea albastrului se face după scala:

Gradul

Descrierea

- 0 Cerul este complet alb;
- 1 Cerul este alburii-turbure;
- 2 Cerul este alburii cu o nuanță albastră;
- 3 Cerul este albastru cu un amestec de alb;
- 4 Cerul este albastru pur;
- 5 Cerul este albastru închis.

Gradul 5 corespunde celei mai mari transparențe a atmosferei
Datele observațiilor se trec în jurnal în forma:

- 1) Numele și prenumele observatorului
- 2) Locul observației și coordonatele lui:
 1. Longitudinea geografică
 2. Latitudinea geografică
 3. Altitudinea față de nivelul mării
- 3) Experiența observatorului

Data Orela de observ. Raza aureolei Albastrul cerului Observ.

a.2) *Vizibilitatea obiectelor îndepărtate în direcție orizontală.* Se aleg 10—12 obiecte permanente terestre, care se află la distanțe cunoscute, diferite de la observator. Cel mai apropiat obiect se alege la distanța de 2 km; cel mai depărtat — la limita vizibilității în cele mai bune condiții; celelalte obiecte — între ele — mai mult sau mai puțin uniforme. Se însemnează distanța obiectului, vizibil la limită, în direcția diferită de cea a Soarelui. Dacă nu este posibil să se găsească seria indicată de obiecte, trebuie să ne oprim asupra unui obiect îndepărtat la o distanță de 40—50 km și să stabilim vizibilitatea lui după scala:

Gradul

Descrierea

- 0 Obiectul nu se vede deloc
- 1 vizibilitatea foarte slabă
- 2 Vizibilitatea slabă (ușoară ceață)
- 3 Vizibilitatea satisfăcătoare (fum)
- 4 Vizibilitatea bună
- 5 Vizibilitatea excelentă (se văd detalii).

b. *Observarea transparenței atmosferei pe întineric.* Transparența nocturnă a atmosferei se determină în diverse feluri. Cele mai uzuale sînt:

1. Observațiile vizibilității limită a stelelor la zenit, a secvenței polare de Nord (N.P.S.) în jurul Stelei Polare și în regiunile cerului care au diferite azimuturi (0° , 90° , 270°) și aceeași înălțime cu N.P.S. (de la „Nord Polar Sequence“).

2. Observarea absorbției luminii stelelor strălucitoare care apun.

3. Compararea strălucirii stelelor, la diverse distanțe zenitale, prin metoda lui Neuland-Blajko sau lui Pickering (fotometria vizuală a stelelor apropiate de orizont). Observațiile se fac cu ochiul liber sau prin binoclu cu prisme.

Se notează în mod obligatoriu timpul observațiilor, faza F și poziția Lunii deasupra orizontului (înălțimea h și azimutul A).

b.1) *Observațiile vizibilității limită a stelelor* constau în fixarea acelor stele care sînt vizibile la limită în sectoarele alese ale cerului. În acest scop, de pe atlasul stelar care conține stele pînă la mărimile stelare 7,5 — 8,2, se copiază pe hîrtie de calc regiunile respective ale cerului. Cele mai bune sînt atlasurile stelare ale prof. A.A. Mihailov: *Atlasul stelar al Cerului nordic* (ed. 1920) și *Atlasul stelar* (ed. 1952). Stelele notate pe hîrtia de calc se numerează; într-un tabel separat, sub aceleași numere, se înscriu mărimile lor stelare. În timpul observării, se notează numele stelelor vizibile la limită, iar după observații, în jurnal se trec mărimile lor stelare m . Pentru observarea N.P.S., cu 1 S este notată Steaua Polară. Există 3 hărți, la trei scări diferite, corespunzătoare observațiilor, respectiv cu un binoclu, o lunetă mică și o lunetă mijlocie. Dăm, în continuare, tabelul cu magnitudinile stelelor din N.P.S. Notăm faptul că *magnitudinea fotografică* se va folosi numai în cazul în care astronomul sau astronomul-amator s-a decis să efectueze observații fotografice la N.P.S. În scopul determinării mai precise a transparenței atmosferei (în aceleași condiții se fac fotografii ale N.P.S. în locul de observație precum și la o mare altitudine sau, în general, într-un

loc fără poluare; apoi, după identificarea plăcii sau clișeului fotografic se determină stelele la limită din N.P.S. observate în locurile respective, deci diferența de magnitudine). La observațiile vizuale se va lua în considerare — din tabelul anexat — *magnitudinea fotovizuală*. Ea poartă această denumire deoarece s-a obținut pe cale fotografică însă în condițiile unei observații vizuale: magnitudinea fotovizuală corespunde ochiului omensc deoarece în fața obiectivului fotografic s-a aplicat un filtru special corespunzând maximumului de sensibilitate în spectru a ochiului.

Mai trebuie să atragem aici atenția în mod special asupra faptului că observațiile vizibilității limită a stelelor (cu excepția unor observații speciale care se fac în timpul apusului sau răsăritului Soarelui) se fac numai în noapte respectându-se cu strictețe perioada crepusculului astronomic. Aceste observații se vor începe în mod obligatoriu numai după terminarea crepusculului astronomic, de seară (amurgul, chindia) și până înaintea de începerea crepusculului astronomic de dimineață (aurora). Pentru calculul duratei crepusculului, în funcție de dată și latitudinea locului de observație anexăm un alt tabel corespunzător. Durata crepusculului se adaugă sau se scade momentelor de apus și respectiv de răsărit ale Soarelui, momente care sînt date pentru fiecare zi a anului în Anuarul astronomic al centrului de Astronomie și Științe Spatiale din București pe care trebuie să-l aibă orice astronom sau astronom-amator. Este, de asemenea, recomandabil ca observațiile vizibilității limită a stelelor să se facă în perioadele din noapte cînd Luna nu se află pe cer; în caz contrar se va nota faza F a Lunii, precum și coordonatele orizontale aproximative h și A .

Mai adăugăm că în locul N.P.S. se pot folosi — mai dificil — Pleiadele, precum a făcut prim 1908, din București, Victor Anestin.

Tabelul 7

STELE DIN SECVENȚA POLARĂ NORD (N.P.S.)

Indicativul stelei	Magnitudine fotografică	Magnitudine fotovizuală	Indice de culoare	Clasa spectrală
1	2	3	4	5
1s	+2,56	+2,07	+0,49	F81b
1	4,20	4,31	-0,11	A1
2	5,07	5,22	-0,15	B9
3	5,65	5,54	+0,11	A7
4	5,83	5,74	+0,09	A3
5	6,42	6,46	-0,04	A2
2s	6,46	6,26	+0,20	F0
3s	6,62	6,33	+0,29	dF3
1r	6,62	5,03	+1,59	gM1
6	7,13	7,07	+0,06	A2
7	7,35	7,53	-0,18	B9
2r	7,90	6,35	+1,55	gM2
8	8,33	8,13	+0,20	gF2
9	8,99	8,85	+0,14	gF1
3r	8,88	7,51	+1,37	gK2
10	9,17	9,05	+0,12	A6
4r	9,24	8,24	+1,00	gG9
11	9,71	9,60	+0,18	dF1
12	10,08	9,79	+0,29	A5
5r	10,21	8,61	+1,60	gK4
4s	10,32	9,85	+0,47	gF7
13	10,51	10,32	+0,19	A5
6r	10,51	9,26	+1,25	gG9
14	10,94	10,53	+0,41	F2
7r	10,96	9,86	+1,10	G8
5s	11,09	10,04	+1,05	gG7
15	11,28	10,90	+0,38	(G0)**
6s	11,39	10,69	+0,70	dG6
8r	11,41	10,43	+0,98	gG7
16	11,58	11,22	+0,36	(F7)

* r — stele roșii; s — stele suplimentare adăugate listei de bază.

** În paranteză sînt incluse clasele spectrale numai o singură dată determinate.

Tabelul 7 (continuat)

1	2	3	4	5
17	11,88	11,30	+0,58	(GO)
9r	11,95	—	—	(G8)
18	12,28	11,90	+0,38	(GO)
10r	12,61	12,03	+0,58	(GO)
7s	12,62	12,04	+0,58	—
19	12,68	12,24	+0,44	(F8)
20	12,98	12,52	+0,46	(F8)
11r	13,22	12,07	+1,45	(G4)
21	13,34	12,49	+0,85	(G2)
22	13,46	12,84	+0,62	(GO)
23	13,59	13,00	+0,59	(GO)
12r	13,78	12,47	+1,31	—
24	13,92	13,31	+0,61	—
25	14,10	13,58	+0,52	—
8s	14,49	13,77	+0,72	—
26	14,61	13,69	+0,92	—
9s	14,73	13,74	+0,99	—
STELE SUPLIMENTARE				
350	11,00	10,71	+0,29	
362	13,07	12,27	+0,80	
427	13,21	12,05	+1,16	
389	13,56	12,90	+0,66	
151	13,71	12,66	+1,05	
345	13,78	12,05	+1,73	
426	13,83	13,38	+0,45	
378	14,11	12,81	+1,30	
127	14,19	13,31	+0,88	
134	14,23	13,54	+0,69	
329	14,32	13,51	+0,81	
176	14,35	13,78	+0,57	
319	19,44	13,61	+0,83	
424	14,48	13,77	+0,71	
401	14,51	13,70	+0,81	
403	14,51	13,83	+0,68	
152	14,55	13,76	+0,79	
391	14,56	13,83	+0,72	
256	14,65	13,84	+0,81	
338	14,72	13,84	+0,88	
—	—	—	—	

Tabelul 8

**DURATA CREPUSCULULUI ASTRONOMIC PENTRU
LATITUDINILE ȚĂRII NOASTRE***

Ziua lunii	Latitudini boreale				
	42°	44°	46°	48°	50°
Ianuarie	1 h	1 h	1 h	1 h	1 h
1	m 43	m 46	m 50	m 55	m 61
15	41	44	48	53	58
Februarie	1	1	1	1	1
1	38	41	45	50	55
15	36	39	43	48	52
Martie	1	1	1	1	1
1	35	38	42	46	50
15	34	37	41	46	51
Aprilie	1	1	1	1	1
1	38	41	45	51	57
15	44	49	54	60	66
Mai	1	1	1	1	1
1	51	57	64	73	82
15	59	68	78	92	106
Iunie	1	1	1	1	crepusculul durează toată noaptea
1	70	79	89	100	
15	76	88	100	112	
Iulie	1	1	1	1	
1	76	87	97	107	
15	69	78	88	100	
August	1	1	1	1	1
1	59	66	75	87	99
15	60	55	62	70	78
Septembrie	1	1	1	1	1
1	41	46	51	56	62
15	37	41	45	50	55
Octombrie	1	1	1	1	1
1	34	37	41	46	51
15	34	37	41	45	49
Noiembrie	1	1	1	1	1
1	35	39	43	47	51
15	39	42	46	51	55
Decembrie	1	1	1	1	1
1	42	45	49	54	59
15	43	47	52	57	62

* După *Anuarul astronomic* al Centrului de Astronomie și Științe Spatiale din București.

În tabelele 8 și 11 literele h și m semnifică orele și respectiv minutele de timp.

Observațiile se trec în jurnal sub forma:
 Numele și prenumele observatorului
 Locul observării și coordonatele lui (.....)
 Instrumentul (tipul, ~~firma~~, diametrul și luminozitate
 obiectivului, mărirea, câmpul vizual)
 Experiența observatorului

Data	Timpul	Vizibilitatea stelelor										Starea cerului (nori și carac- teristi- ca lor, fum etc.)	Luna			Obs.
		Zenit		N.P.S.		în azimuturile							F	h	A	
						0° 90° 270°										
		Nr.	m	Nr.	m	Nr.	m	Nr.	m	Nr.	m					

b.2. Observațiile absorbției luminii stelelor strălucitoare
 ce apun constau în însemnarea momentului (cu exactitatea
 până la 1 min.) dispariției stelei ce apune. Se recomandă
 se alege 4—5 stele cu mărirea stelară de la 0^m până la 2^m.
 Înscrierea în jurnal se face după următoarea formă:

Data	Stea	Momentul dispariției	Starea cerului	Luna			Obs.
				F	h	A	

b.3. Fotometria vizuală a stelelor apropiate de orizont se
 face după metodele Neuland-Blajko și Pickering, folosite
 pentru observarea stelelor variabile. Aceste observații se
 fac numai în nopțile fără Lună. În apropierea orizontului,
 la înălțimea de 3 ... 10°, se alege o stea și strălucirea ei se
 compară cu strălucirea stelelor aflate la o înălțime de peste

55 ...60° (stele de comparație). Stelele de comparație trebuie să satisfacă următoarele condiții:

1) Trebuie să se găsească aproximativ la același azimut ca și stelele de lângă orizont.

2) Unele dintre ele trebuie să fie puțin mai strălucitoare, iar altele mai slabe decât steaua de lângă orizont.

3) Culoarea stelelor de comparație trebuie să fie apropiată de culoarea stelei observate.

Observațiile se fac în mai multe azimuturi și strălucirea stelei în apropierea orizontului se compară cu strălucirea stelelor de comparație. Timpul de observație se notează cu o exactitate de până la 1 minut, iar în cazul observării stelelor care se află chiar lângă orizont — cu o exactitate de 0,1 minute.

Înregistrarea observațiilor se face în următoarea formă:

Data	Timpul (ora)	Denumirea stelei de lângă orizont	Denumirea stelelor de comparație	Aprecieri	Observ.

În cursul unei nopți, ar fi de dorit să se facă aprecieri la fiecare jumătate de oră. Ca rezultat al acestor aprecieri, se determină diferența Δm între mărimea stelară m_r a stelei în apropierea orizontului și mărimea stelară m , care se găsește în cataoagele stelare ($\Delta m = m_r - m$). Coeficientul transparenței p se determină după formula $\lg p = \frac{0,4 \cdot \Delta m}{\sec z - 1}$,

unde z este distanța zenitală a acestei stele.

c. *Observarea agitației atmosferei în timpul zilei.* Observațiile sînt posibile numai cu un telescop avînd un diametru de cel puțin 50 mm și se limitează la aprecierea agitației marginii discului solar și a gradului de vizibilitate a petelor solare. În ocular se montează două fire paralele întinse, care în timpul observației se plasează în așa fel ca marginea

superioară sau inferioară a discului solar să se deplaseze între fire. Se apreciază amplitudinea maximă a agitației marginii discului solar în porțiunile de distanță între fire. Faptul este necesar să se calculeze câmpul vizual al telescopului cu ocularul respectiv și să se cunoască distanțele dintre fire. Observațiile se fac întotdeauna cu același telescop, cu același ocular, în care se introduce un filtru în necat (geam afumat) pentru apărarea ochiului contra radiației solare. Trebuie știut, ca regulă generală, că *niciodată nu este voie să se privească Soarele printr-un binoclu sau printr-o lunetă fără întrebuițarea filtrelor întunecate*. În jurnal se notează amplitudinea agitației marginii discului, exprimată în secunde de arc.

Gradul de vizibilitate a petelor solare se apreciază după scala:

Gradul

Descrierea

- 1 Pata este intens agitată, marginile ei sînt spălăcite și greu de determinat.
- 2 Agitația petei este intensă, însă marginile ei se determină cu siguranță.
- 3 Agitația petei este moderată, marginile se văd clar.
- 4 Agitația petei este slabă, marginile sînt accentuate.
- 5 Agitația petei lipsește cu desăvîrșire.

Observația agitației atmosferice este de dorit să se facă la înălțimi diferite ale Soarelui deasupra orizontului, nu mai puțin de trei ori în 24 de ore, după intervale diferite de timp. Notarea observațiilor se face în următoarea formă:

Data	Ora	Agitația		Vizibilitatea petelor (gradul, după scală)	Observ.
		în porțiunile de distanță între fire	în secunde de arc		

În cazul observațiilor după metoda lui Danjon, trebuie neapărat indicat tipul telescopului, distanța focală și diametrul obiectivului.

d.2) *Observarea agitației marginii Lunii* este analogă observarea „vibrației” marginii Soarelui.

d.3) *Observarea turbulenței prin cercetarea imaginilor stelelor* se face prin telescop cu ocularul de mărire maximă, care se întinde o dublă cruce de fire, cu o distanță între firele paralele de cel mult 15" (preferabil mai puțin). Telescopul este îndreptat spre Steaua Polară, care se aduce în centrul crucii firelor. Se observă devierea imaginii stelelor de la poziția ei centrală, timp de trei minute. Devierile maxime pe orizontală și pe verticală se apreciază în porțiunile de distanță dintre fire, iar apoi se exprimă în secunde de arc. Astfel de observații se mai fac la 15—20 de stele, a căror strălucire se cuprinde în limitele de la cea de a 2-a până la cea de a 4-a mărime stelară și care se află la azimuturi diferite și la înălțimi diferite. Valoarea agitației stelelor se trece într-un grafic în funcție de distanța zenitală și, după punctele obținute, se trage o curbă din care se ia valoarea agitației, la distanța zenitală a stelelor $z = 30^\circ$ (înălțimea $h = 60^\circ$). Această valoare a agitației caracterizează gradul mediu al turbulenței atmosferei.

d.4) *Observațiile tabloului difracțional al imaginii stelelor* (metoda lui Pickering) se fac cu telescopul de minimum 75 mm diametru (3 țoli), cu maximum de mărire. Imaginea stelei în telescop are aspectul unui disc mic (disc de difracție), înconjurat de inele luminoase, a căror stare depinde de liniștea atmosferei. Scala pentru aprecierea turbulenței atmosferei este următoarea:

1 Imaginile stelelor sînt tot timpul aproape de două ori mai mari decît cel de al treilea inel de difracție.

2 Imaginile sînt din timp în timp mai mari decît diametrul celui de al treilea inel.

3 Imaginile au aproape același diametru ca cel de al treilea inel, și spre centru sînt mai luminoase.

4 Discul este adesea vizibil; la stele mai strălucitoare se văd câteodată arcuri.

5. Discul este vizibil tot timpul; la stele mai strălucitoare se văd frecvent arcuri.

6 Discul se vede tot timpul; în permanență se zăresc arcuri scurte.

7 Discul este câteodată accentuat; a) arcuri mobile; b) inele complete mobile.

8 Discul este accentuat tot timpul; a) arcuri mobile, b) inele complete mobile.

9 Inele: a) cel interior — imobil, b) cel exterior — numai din timp în timp imobil.

10 Toate inelele imobile: a) între inele se mișcă câteodată detalii; b) nu se mișcă nici un detaliu între inele.

Gradul 1—3 caracterizează starea proastă a atmosferei; 4—5 — mediocră; 6—7 — bună; 8—10 — excelentă.

Aprecierile se fac pentru 10—20 stele și pe urmă — după gradele de apreciere și după distanțele zenitale ale stelelor corespunzătoare acestor grade — se întocmește un grafic, din care se ia valoarea turbulenței pentru distanța zenitală $z = 30^\circ$ (înălțimea $h = 60^\circ$). Această valoare caracterizează turbulența atmosferei.

Sînt foarte recomandabile 4—5 serii de observații de noapte. Dacă nu este posibil, ne vom limita la două serii. Notarea observațiilor se face în următoarea formă:

Data	Ora	Steaua			Gradul conform scalei	Observații
		Denumirea	Distanța zenitală	Azimutul		
		●				

În jurnalul de observații, se notează în mod obligatoriu tipul telescopului, diametrul și distanța focală a obiectivului, ca și mărirea folosită, care la toate observațiile de acest fel trebuie să fie aceeași.

5. O metodă sigură de învățare a constelațiilor: observarea meteorilor

Cea mai bună și în același timp cea mai sigură metodă pentru cunoașterea constelațiilor o constituie practica observațiilor de stele căzătoare. Astronomii și astronomii-amatori care se dedică observării sistematice a meteorilor sînt obligați, vrînd-nevrînd, să cunoască constelațiile pînă la detaliile specialistului. Îi obligă însăși practica îndelungată a confruntării firmamentului cu harta cerească respectivă. În plus, „vinătoarea” de meteori este un lucru foarte interesant, mai ales pentru elevi și tineri în general, la care singurul instrument astronomic mai important care se folosește, pe lângă harta cerească și „carnetul de observații astronomice”, este ochiul. „Stelele căzătoare” sau „meteorii” reprezintă fenomenul luminos datorat aprinderii și volatilizării în atmosfera Pămîntului a unor fragmente cosmice, mai mari sau mai mici, feroase sau pietroase, denumite „corpuri meteorice”. În general, corpurile meteorice fac parte din aglomerări cosmice, denumite „curenți meteorici”, care au traiectorii precise în spațiul interplanetar. La intersecția acestora cu Pămîntul, multe corpuri meteorice sînt captate de către planeta noastră, prin atracția sa și, căzînd spre suprafața Terrei, cele mai multe sfîrșesc prin ardere și volatilizare completă în atmosferă. În căderea lor spre Pămînt, corpurile meteorice au, în general, traiectorii paralele unele față de altele. Datorită acestui fapt, meteorii — care au o durată scurtă de ordinul secundelor sau a zecimilor de secundă — se observă ca niște dîre luminoase, uneori foarte strălucitoare, care par că pleacă din aproximativ același

punct al sferei cerești. Acest punct se numește *punctul radiant* sau *radiantul* curentului meteoric respectiv. De exemplu, traiectoriile tuturor meteorilor care — pe fondul constelațiilor au punctul de divergență în constelația Gemenii și care provin de la același curent meteoric, sînt ale „Geminidelor”. Uneori însă, în locul punctului radiant se află o *arie radiantă*.

Observarea stelelor căzătoare este oarecum dificilă, datorită caracterului fulgerător al meteorilor. Apariția meteorilor este un fenomen întimplător. Nu se poate prevedea data și ora exactă cînd se va ivi un anumit meteor. Se poate însă da o indicație (datorită cunoașterii orbitei curentului meteoric), în ce perioadă căderea meteorilor va fi mai intensă. De aici rezultă că, astronomul în timpul observațiilor trebuie să stea mereu cu atenția încordată și să vegheze neconținut asupra regiunii respective a cerului; de asemenea, să aprecieze repede situația și să aibă o bună memorie vizuală, ținînd seama de durata extrem de scurtă (de ordinul secundelor sau uneori a fracțiunilor de secundă) a persistenței meteorului.

a. *Metoda vizuală directă*. Aceasta este cea mai simplă metodă, precizia ei fiind proporțională cu gradul de experiență pe care îl are observatorul. Fără nici un aparat, cu ochi liberi, se veghează cerul în regiunea probabilă a apariției meteorilor. Imediat după ce a fost observat un meteor, se notează, într-un caiet, special destinat observațiilor, mai multe caracteristici ale meteorului respectiv ca: data, ora exactă (cu minutul și, eventual, secunda) a apariției, mărimea stelară aparentă etc., despre care vom discuta în cele ce urmează.

Amintim aici că metoda vizuală directă poate fi aplicată cu următoarele scopuri finale:

a) determinarea frecvenței meteorilor (numărul de meteori pe oră) aparținînd curentului meteoric cercetat.

b) determinarea radiantului unui curent meteoric și mărirea proprie a radiantului pe sfera cerească.

c) programul maximal de urmărire a meteorilor.

Desigur că observațiile asupra meteorilor pot fi făcute de către o singură persoană, „înarmată” cu răbdarea de veghea cerul cel puțin 3—4 ore într-o noapte din locuri întunecoase, fără lumină artificială în apropiere care să afecteze asupra rezultatelor. Dar, desigur că este cu mult mai bine ca observațiile vizuale directe să fie efectuate de către o echipă formată din 5—6 observatori și 1—2 secretari observatorii își vor putea astfel „împărți” bolta cerească regiuni cu câte un câmp vizual efectiv de circa 45° diametru — fiecare regiune conținând mai multe constelații asupra cărora va veghea în permanență câte un observator — iar secretarii, având asupra lor jurnalul de observații, la lumina unui bec de lanternă, vor nota toate datele de observație date de către observatori. Poziția observatorilor trebuie să fie cât mai comodă — pe scaune cu speteaza rabatabilă, pe saltele etc. — pentru a putea observa cât mai bine zona urmărită. În scopul protejării atenției și memoriei vizuale observatorilor, în timpul observațiilor asupra meteorilor se va păstra liniște; singurele discuții — scurte și la obiect — se vor purta între observatori și secretari la comunicarea datelor de observație în urma observării meteorilor. Datele obligatorii, comune tuturor scopurilor finale citate mai sus, sînt data și ora exactă, precum și mărimea stelară aparentă a meteorului.

a.1.) *Momentul (ora exactă) a apariției meteorului* se va determina în felul următor. Imediat ce observatorul vede meteorul în cauză, va exclama cu voce tare „top!”; secretarul auzind acest lucru — atent, în tot timpul cînd nu notează date, la cadranul unui ceas cu secundar, reglat la secundă după semnalele radio comunicate de mai multe ori pe zi la emisiunile noastre — va nota ora (în „timp legal român”), minutul și secunda momentului în care a auzit „top”, pre-

cum și inițialele observatorului respectiv (în cazul unei echi-pe de observatori).

a.2) *Mărimea stelară aparentă a meteorului* se apreciază făcându-se comparația cu stelele aflate în vecinătatea direi meteorului. În „scările pentru observarea meteorilor” de la sfârșitul acestui paragraf se dau, pe regiuni ale cerului, câteva magnitudini (m) ale unor stele cunoscute care pot fi folosite pentru comparație.

Dacă situația permite, în cazul unui observator experimentat se poate folosi — în scopul determinării mai precise a mărimii stelare aparente a meteorului — metoda vizuală de comparație practică la observarea stelelor variabile. Astfel se aleg — în cel mai scurt timp posibil — două stele apropiate de dira meteorului; una dintre stele trebuie să fie mai strălucitoare, iar cea de a doua să fie mai puțin strălucitoare decît meteorul observat. Se compară prima stea cu dira apărută. Dacă strălucirile sînt aproape egale și trebuie un timp pentru a se distinge care dintre cele două obiecte este mai strălucitor, se notează (diferența de strălucire) cu 1 (unu). Dacă se distinge mai repede că steaua este mai strălucitoare decît meteorul, se va nota cu 2 sau 3. Dacă imediat (dintr-o dată) se observă această diferență, se va nota cu 4,5 sau 6. După această operație, se procedează la fel, aflîndu-se diferența între strălucirea stelei mai puțin strălucitoare decît meteorul și strălucirea meteorului. Dacă notăm cu A mărimea stelei mai strălucitoare și cu B mărimea stelei mai puțin strălucitoare, cu M mărimea stelară a meteorului, cu *a* rezultatul comparației meteorului cu steaua mai strălucitoare, cu *b* rezultatul comparației meteorului cu steaua mai puțin strălucitoare, rezultatul final observat îl vom scrie sub forma:

A. a. M. b. B.

De exemplu: A3M2B sau A1M5B. (36)

De fapt, a. este, după cum s-a arătat, diferența între strălucirile meteorului și a stelei mai strălucitoare:

$$A - M = at$$

în care t este constantă și reprezintă un timp foarte scurt, care depinde de experiența observatorului și de unele caracteristici fiziologice ale ochiului. La fel, putem scrie și despre steaua mai puțin strălucitoare și meteor:

$$M - B = bt$$

t fiind aceeași constantă.

Considerăm acum sistemul de două ecuații:

$$A - M = at \quad (37)$$

$$M - B = bt.$$

Avem aici două necunoscute: t și M . Vom elimina pe t și vom obține valoarea lui M . După efectuarea tuturor operațiilor, obținem următoarea formulă, care ne dă valoarea mărimii stelare a meteorului, aflată prin comparație cu cele două stele vecine a căror magnitudine ne este cunoscută:

$$M = \frac{Ab + Ba}{a + b} \quad (38)$$

Pentru a înțelege mai bine posibilitatea acestor comparații, în timpul foarte scurt al desfășurării fenomenului meteorilor, trebuie să adăugăm că, după dispariția efectivă a meteorului se mai poate continua comparația citeva secunde (timpul este în funcție de memoria vizuală a observatorului, de starea lui de oboseală etc.), destul de precisă, bazându-ne pe memoria noastră vizuală, amintindu-ne (avînd în minte imaginea proaspătă a meteorului) cît de strălucitor a fost în raport cu stelele respective de comparație pe care le putem apoi privi un timp mai îndelungat. Firește că nu vom alege ca stele de comparație stele variabile.

a.3. Statistica meteorilor este necesară cînd, ca scop final, urmărim determinarea frecvenței meteorilor. Aceasta constituie aspectul cel mai simplu al metodei vizuale directe. Fie-

căruia meteor observat i se vor nota, de către secretar, numai următoarele date: momentul apariției meteorului, mărimea stelară aparentă și o anumită indicație din care să se poată trage concluzia dacă meteorul observat aparține sau nu curentului meteoric a căruia frecvență se urmărește. Această ultimă dată este necesară deoarece, în aceeași noapte pot fi activi mai mulți curenți meteorici, fiecare cu radiantul respectiv; în plus, în orice noapte se ivesc *meteori sporadici* care nu aparțin nici unui curent meteoric. Indicația la care ne-am referit ne va folosi, ulterior, la operația de *prelucrare a datelor de observație* când, cu ajutorul ei, vom elimina din calculul frecvenței curentului meteoric cercetat (de exemplu curentul perseidelor, în luna august) toți meteori sporadici sau care nu aparțin curentului respectiv. Să ne ocupăm acum de felul în care se obține indicația provenienței meteorului și cum trebuie ea dictată secretarului. Mai întâi instrumentul cu care se observă: un cerc confecționat din sîrmă groasă sau din lemn (se poate folosi un cerc pentru jocul copiilor), cu diametrul de un metru și vopsit în alb, se fixează — cu sfoară, sau cu ajutorul unui stativ — la distanța de 120 centimetri de ochii observatorului, în așa fel ca acest cerc să-i delimiteze pe boltă o anumită zonă de pe cer (egală cu cca. 45° în diametru), avînd în centru, de obicei, zona radiantului curentului meteoric cercetat, dacă radiantul respectiv se află suficient de ridicat deasupra orizontului la începerea observațiilor. La fiecare meteor observat, pe lingă „top!”-ul pronunțat și transmiterea magnitudinii evaluate, observatorul va dicta secretarului una din indicațiile următoare: „plus—plus”, „plus—minus”, „minus—plus” sau „minus—minus”. Secretarul va nota în registru astfel: $(++)$, $(+-)$, $(-+)$, $(--)$. Notațiile corespund următoarelor situații: „*plus—plus*” $(++)$ — meteorul a apărut și a dispărut în cîmpul cercului.

„*plus—minus*” $(+-)$ — meteorul a apărut în cîmpul cercului, dar a dispărut în afara lui (cercul a fost traversat din interior spre exterior).

„minus—plus“ (—+) — meteorul a apărut în exteriorul cercului și s-a stins în interiorul său.

„minus—minus“ (—) — meteorul a apărut și a dispărut în exteriorul cercului.

În cazurile — mai rare — cînd un meteor traversează întreaga zonă observată (intră și iese din cercul care limitează zona), se va dicta secretarului „minus—plus—minus“, care va scrie în jurnal: (— + —).

De notat că, la observațiile privind statistica meteorilor, trebuie urmărită zona în permanență și cu mare atenție, astfel ca să nu se piardă din vedere nici-un meteor vizibil la ochiul liber. Urmărirea trebuie făcută cel puțin 3—4 ore pe noapte, în afara crepusculului astronomic (vezi tabelul de la sfîrșitul capitolului referitor la crepusculul astronomic) și — recomandabil — în perioadele din noapte fără Lună pe cer. Pentru evitarea oboselii observatorului se face o pauză — după fiecare 50—55 minute de observație continuă — cu o durată de 5 — 10 minute. În jurnalul de observații se va nota exact fiecare interval de observație continuă asupra zonei cercetate. Exemplu de intervale de observație continuă: 2^h0^m—2^h50^m; 3^h0^m—3^h50^m; 4^h0^m—4^h32^m (nori) 4^h48^m—5^h21^m (nori); 5^h30^m—6^h0^m (sfîrșitul observațiilor). Așadar, se vor nota și eventualii nori care au trecut asupra zonei urmărite, întrerupînd astfel observația continuă. Toate datele se vor sintetiza în jurnalul de observații sub forma:

OBSERVAȚII PRIVIND STATISTICA METEORILOR

Numele și prenumele observatorului vîrsta.....
Numele și prenumele secretarului
Locul observației(localitatea și județul)
Coordonatele locului de observație (longitudine și latitudine)
Condițiile locului de observație (altitudine, gradul poluării luminoase)

Data (ziua, luna, anul) începutul și sfârșitul observațiilor
(t.l.r.)

Curentul meteoric urmărit („Liride“, „Perseide“, „Geminide“ etc.)

Zona urmărită (45° diam.) Coordonatele centrului zonei
(α , δ sau A, h)

Starea observatorului (obosit, dispus) Starea cerului (scara Danjon)

Intervalele cu observație continuă

După aceste date generale, secretarul va scrie rezultatele astfel:

Meteor Nr.	Momentul apariției (timp legal român)	Magnitudine apreciată	Indicație origine	Observații speciale
	h m s	m		
1				
2	(3 29 48)	(+2,5)	(+ -)	
3	(3 31 14)	(-1,0)	(+ +)	(alb, cu urmă densă)
....				

a.4). *Coordonatele meteorilor observați* se determină cu o cât mai mare precizie în cazul în care scopul urmărit este determinarea radiantului. Aici observațiile sînt relativ mai complexe decît în cazul anterior, al statisticii meteorilor. Este recomandabil ca acest tip de observații să fie realizat de către observatorii avansați, care deja cunosc bine constelațiile, începătorilor revenindu-le observații cu privire la statistica meteorilor. Atenția în cazul de față se va concentra asupra preciziei cu care s-au determinat coordonatele meteorilor observați; de aceea, nu se vor lua în considerare decît numai meteorii cu date de observație sigure, bine me-

morăți, fără a se face neapărat o „vinătoare“ de meteori — de la care să nu „scape“ neînregistrat nici unul — ca în cazul statisticii meteorilor. Un meteor va fi definit, din punctul de vedere al traiectoriei lui pe sfera cerească, prin cel puțin două puncte, de regulă extremitățile sale: punctul de aprindere (aparitie) și punctul de stingere (disparitie). Coordonatele acestor puncte se pot determina pe mai multe căi. Una dintre acestea, relativ simplă și destul de sigură, constă în memorarea exactă a direi meteorului în raport cu stelele vecine. În cel mai fericit caz dîra meteorului se va suprapune peste anumite stele, cunoscute; coordonatele meteorului se vor considera atunci înseși coordonatele ecuatoriale a cel puțin două stele acoperite de către dîra meteorului. Majoritatea cazurilor însă prezintă situații în care direle meteorice intersectează drepte imaginare care unesc cîte două stele relativ apropiate pe boltă. Observatorul își va fixa în minte două cupluri de stele printre care a trecut meteorul vizat. Își va imagina dreapta care unește stelele primului cuplu împărțită în 4 părți egale și va aprecia punctul de intersecție a direi meteorului cu dreapta respectivă; acest punct va putea fi — față de una dintre stele — la $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$ sau $\frac{3}{4}$ din dreapta respectivă, putîndu-se aprecia chiar și o precizie mai mare. De asemenea observatorul va aprecia unghiul sub care dîra meteorului a intersectat dreapta respectivă dintre cele două stele învecinate, care vor fi — din punct de vedere al strălucirii — și stele de comparație: 10° , 30° , 60° , 90° etc. La fel va proceda și cu al doilea cuplu de stele ales, care va fi înspre zona de stingere a meteorului. După observații îndelungate de acest fel, observatorul va primi o îndeminare deosebită care îi va permite să noteze traiectoria meteorului cu mare precizie.

Pe un geam mat sub care se află becuțe mici (3—5 V), care îl luminează în așa fel ca să nu deranjeze prea mult ochii

(aceştia fiind atenţi la cer), se fixează o hartă cerească, cu stelele principale pînă la mărimea stelară 5. Harta cerească va fi în această situaţie luminată şi astfel, fără a deranja ochii, se va putea observa pe ea fiecare constelaţie. În momentul apariţiei meteorului, se memorează, după cum am arătat mai sus în raport cu stelele vecine, punctul de aprindere şi punctul de stingere. Imediat, avînd încă imaginea în memorie, notăm pe hartă direct, printr-un vector, traiec-

⁵
toria meteorului şi o însemnăm cu un număr de ordine ($\rightarrow$). Prin această operaţie, nu mai este necesar să se noteze în caiet stelele vecine, ele fiind deja notate pe hartă chiar în vecinătatea traiectoriei meteorului care a fost trasată. În cazul unei traiectorii curbe (care se produce mai rar), se va nota pe hartă fie traiectoria exact cum s-a văzut, fie tangenta geometrică a punctului de apariţie.

În general, la această metodă nu se pierde mult timp, deoarece nu mai este nevoie să se noteze în caietul de observaţii stelele vecine etc., timp în care—în cazul unei averse meteorice—ar mai fi putut apare cîţiva meteori care nu ar fi fost observaţi. În timpul liber, după terminarea observaţiilor, se pot apoi calcula foarte uşor, cu ajutorul traiectoriei de pe hartă, coordonatele ecuatoriale ale meteorului folosindu-se rigla şi compasul.

Datele de observaţie referitoare la problema determinării punctului radiant, prin citirea de pe hartă a coordonatelor meteorilor, se vor sintetiza în jurnalul de observaţii în aceeaşi formă ca şi în cazul statisticii meteorilor. Toate rubricile de mai sus (numele şi prenumele observatorului, al secretarului, locul, curenul meteoric, momentul apariţiei, magnitudinea etc.) rămîn valabile şi obligatorii şi în acest caz; excepţie face coloana „Indicaţie origine” care va fi înlocuită cu „Coordonatele ecuatoriale ale meteorului: apariţie (α şi δ) şi dispariţie (α şi δ)”.

a.5). *Hărțile cerești speciale pentru observarea meteorilor* diferă de hărțile cerești obișnuite fie prin proiecția în care este executată harta, fie prin punctul central al hărții respective, punct în care nu mai este plasat polul ceresc. Cauza o constituie faptul că — în cazul hărților cerești obișnuite, în proiecție stereografică, sau ortografică, cu polul ceresc în centrul hărții — traiectoria meteorului, de pe sfera cerească (care este, din punct de vedere geometric, un arc de cerc mare al sferei) se proiectează pe hartă sub forma unui arc de cerc, a cărei rază este mai mare sau mai mică cu cât traiectoria meteorului formează un unghi mai mic sau mai mare cu meridianele sferei considerate. Practic este așadar imposibil să se reprezinte pe o hartă cerească obișnuită — în mod riguros — traiectoria unui meteor observat pe boltă; cu atât mai mult intersecția mai multor traiectorii meteorice n-ăr mai da, pe harta cerească uzuală, coordonatele căutate ale radiantului respectiv. Pentru corectarea acestui neajuns s-a recurs la folosirea unor hărți speciale pe care notarea direlor meteorice să se poată face sub forma unor vectori. Una dintre modalitățile întrebuintate este folosirea hărților speciale în proiecție gnomonică; acestea însă au dezavantajul că nu păstrează omotetia figurilor. Pe ele, constelațiile apar deformate față de configurația lor cunoscută. Acest lucru îngreunează observațiile astronomice și îl încurcă, mai ales, pe observator la trecerea pe hartă a traiectoriei meteorului. O soluție mai bună o constituie situația de compromis, adică hărțile în proiecție stereografică (care, fiind conforme, păstrează omotetia figurilor), la care însă punctul central al hărții corespunde coordonatelor radiantului aproximativ al curențului meteoric cercetat. În cazul unei proiecții stereografice se demonstrează că cercurile meridianale ale sferei, de pe care se face proiecția, apar pe harta respectivă sub forma unor linii drepte care se intersectează

în centrul hărții. Astfel, de exemplu, pe o hartă cerească obișnuită—în proiecție stereografică—punctele sferei cerești care au aceeași ascensie se vor așeza pe o rețea de drepte care se întâlnesc toate în polul ceresc; acesta are ascensia nedefinită. Dacă se consideră, pe sfera cerească, doi meteori M_1 și M_2 cu punctul lor radiant în R , proiecția acestora—în planul hărții stereografice—se reprezintă sub forma unor arce de cerc, M'_1 și M'_2 , care se intersectează în R' . În practică necunoscînd raza de curbură a acestor arce, este dificil a determina corect punctul R' , reprezentînd proiecția radiantului R . Situația însă se va îmbunătăți simțitor dacă vom plasa radiantul R în polul P al sferei; arcele M_1 și M_2 , fiind în acest caz meridiane, se vor proiecta în planul hărții sub forma unor drepte meridiane cu intersecția în punctul O al hărții. Eroarea notării meteorilor în planul hărții va fi cu atît mai mică cu cît radiantul R , situat în P , va fi mai apropiat de radiantul adevărat al curentului meteoric respectiv.

a. 6). Cum construim o hartă specială în proiecție stereografică? Hărți speciale pentru observarea meteorilor, în proiecție gnomonică, au fost tipărite în străinătate dar numărul lor este mic și mai ales amatorul va ajunge cu greu să le procure. În plus, după cum am mai spus, aceste hărți sînt incomode. Hărțile în proiecție stereografică cu punctul central al hărții în radiantul aproximativ al curentului meteoric de cercetat nu au fost tipărite pînă în prezent, dar sînt publicate elementele de construcție ale lor. Teoria acestor hărți este dată în revista de specialitate a Academiei R.S.R., *Studii și cercetări de astronomie și seismologie*, Editura Academiei, nr. 2 — 1959 (pp. 407.—413)*. Tot acolo sînt date și coordonatele rectangulare x și y a 37 stele cu ajutorul că-

* Ion. Convin: Singeorzan, *Asupra determinării de radianți ai curenților meteoritici*.

ora se poate ușor construi o hartă specială în proiecție stereografică pentru observarea curentului meteoric al geminidelor. Reproducem mai jos aceste coordonate, în dreptul stelelor respective și a magnitudinii fiecăreia. Aceste stele le vom considera ca „fundamentale“. După plasarea lor pe viitoarea hartă (reprezentarea grafică a stelelor prin coordonatele x și y ale lor, în cele patru cadrane ale unui sistem de axe rectangulare, originea lui fiind în centrul hirtiei milimetrice care va constitui harta propriu-zisă), alte stele—care nu sînt în tabelul de mai jos—le vom fixa prin interpelare cu ajutorul unei hărți obișnuite. Harta obținută va fi o hartă în proiecție stereografică, cu punctul central al ei în apropierea radiantului geminidelor. Așadar, ea va fi valabilă pentru observațiile asupra geminidelor, sau pentru alți curenți mai mici care au radiantul în aceeași zonă a cerului. Pentru centrul hărții geminidelor, în calcule s-au introdus următoarele coordonate ecuatoriale ale radiantului aproximativ:

$$\alpha_0 = 110^\circ 52,5$$

$$\delta_0 = +33^\circ,4$$

Ținînd seama de faptul că cel mai bogat curent meteoric al anului — care deseori produce bolizi, impresionanți prin strălucirea lor—este curentul meteoric al Perseidelor, observabil în nopțile de august (Germinidele se observă în decembrie), potrivite pentru observații astronomice comode și plăcute, dăm în continuare o a doua listă cu elementele pentru construcția unei hărți speciale, analoagă cu aceea a Geminidelor, pentru observarea Perseidelor. Coordonatele x și y ale celor 47 stele, din dreptul numelui și a magnitudinii lor, au fost calculate de către Virgil V. Scurtu și publicate într-o revistă de specialitate. Mai adăugăm că centrul acestei

hărți corespunde coordonatelor ecuatoriale ale radiantului aproximativ al Perseidelor avînd următoarele valori:

$$\alpha_0 = 46^{\circ}00'$$

$$\delta_0 = 57^{\circ}48'$$

Recent au fost calculate electronic, prin limbaj Fortran, coordonatele x și y a 121 stele tot pentru observarea Perseidelor. Au lucrat la astfel de calcule Luminița Curcă, Liana Gloglovan și Varujan Pambuccian, membrii activi ai *Astroclubului central București*. Dăm mai jos o listă pentru construcția unei rețele de stele „fundamentale” care să fie completată, prin interpolare, cu alte stele.

Hărțile se vor construi, cum am mai spus, pe hîrtie milimetrică, cu ajutorul coordonatelor x și y cuprinse în listele ce urmează. Dacă hîrtia milimetrică îl va deranja pe observator la plasarea meteorilor sub formă de vectori, harta poate fi copiată pe hîrtie de calc. Se va păstra însă harta originală, pe hîrtie milimetrică, care va servi la citirea coordonatelor x și y a punctelor de aprindere și de stingere a meteorilor observați, chiar și a radiantilor obținuți din observații.

Presupunînd că hărțile speciale, pentru cei doi curenți meteorici principali — Geminide și Perseide — au fost construite de către astronomul-amator care se dedică acestor pasionante observații, de asemenea presupunînd că au fost efectuate deja notații de meteori observați (nu se vor trece meteorii, observați în nopți diferite, pe aceeași hartă, ci pentru fiecare noapte de observații se va întrebuița cîte o copie pe calc a hărții originale!), să ne referim pe scurt la prelucrarea datelor de observație. Pe cale grafică, ea este simplă! Prelungind pe harta respectivă toate traiectoriile rectilinii ale meteorilor observați (ce aparțin curentului meteoric studiat), în sens invers mișcării lor, toate acestea se

vor întâlni — în cazul ideal — în noul punct radiant. Noul radiant se va situa întotdeauna în apropierea punctului central al hărții, ce reprezintă, de fapt, poziția radiantului aproximativ. În practică însă, din cauza erorilor accidentale datorită dispozițiilor și condițiilor de lucru ale observatorului, vom obține, după prelungirea traiectoriilor respective, nu un singur punct, ci mai multe puncte de intersecție, apropiate între ele. Unele dintre aceste puncte obținute vor fi mai apropiate de punctul radiant riguros, altele însă mai depărtate, punctul radiant riguros nefiind cunoscut. Pentru a avea un criteriu de recunoaștere a celor mai precis determinate puncte, introducem o scară referitoare la precizia notării meteorului pe hartă. Observatorul va nota în timpul observațiilor, în registrul de observații, pentru fiecare meteor observat, precizia cu care el a fost notat pe hartă. Această scară se prezintă astfel:

- 1a — Meteor notat foarte precis, în direcție și lungime;
- 1b — Meteor notat foarte precis în direcție;
- 1c — Meteor notat foarte precis în lungime;
- 2a — Meteor notat precis, în direcție și lungime (idem 2b și 2c);
- 3a — Meteor notat destul de precis (idem 3b și 3c);
- 4a — Notatie mijlocie (idem 4b și 4c) — poate fi luată în considerare, însă cu corecare rezervă;
- 5a — Meteor notat aproximativ — trebuie corectat (idem 5b și 5c).

De exemplu, pentru un meteor notat pe hartă foarte precis în direcție, dar aproximativ în lungime, observatorul va dicta secretarului următorul rezultat: „1b5c“. Rezultă așadar că în cazul observațiilor efectuate în scopul determinării radiantului curențului meteoic cercetat se va mai adăuga în jurnalul de observații rubrica „precizia notării meteorului“, foarte necesară.

**A. ELEMENTELE NECESARE LA CONSTRUCȚIA UNEI
HĂRTII SPECIALE ÎN PROIECȚIE STEREOGRAFICĂ
PENTRU OBSERVAREA GEMINIDELOR**

Tabelul 9

Nr. crt.	Numele stelei	Magnitudine	x 1957.0	y 1957.0
1	2	3	4	5
		m	cm	cm
1	α Geminorum	+1,58	+0,999	+0,012
2	β Geminorum	1,21	+2,280	+1,848
3	γ Geminorum	1,93	+7,244	-5,171
4	ϵ Geminorum	3,18	+3,427	-4,193
5	μ Geminorum	3,19	+4,353	-6,430
6	ν Geminorum	3,5	+2,808	+0,952
7	ξ Geminorum	3,40	+8,886	-4,466
8	λ Geminorum	3,0	+7,387	-0,841
9	η Geminorum	variabilă (3—4)	+4,247	-7,260
10	α Canis Minoris	0,48	+12,502	+1,566
11	β Canis Minoris	3,09	+11,114	+0,149
12	α Orionis	0,10	+10,817	-10,413
13	β Orionis	0,34	+17,907	-16,575
14	γ Orionis	1,70	+10,724	-14,025
15	δ Orionis	2,48	+14,143	-13,750
16	ϵ Orionis	1,75	+14,664	-13,289
17	κ Orionis	2,20	+19,169	-12,315
18	π^{f} Orionis	3,87	+11,903	-18,245
19	π^{g} Orionis	3,31	+19,510	-18,269
20	α Canis Majoris	-1,58	+23,298	-5,137
21	α Tauri	+1,06	+4,405	-18,564
22	β Tauri	1,78	+0,533	-11,559
23	γ Tauri	3,86	+4,175	-20,563
24	ζ Tauri	3,00	+4,153	-11,237
25	λ Tauri	var.	+4,850	-23,418
26	α Aurigae	+0,21	-7,334	-9,905
27	β Aurigae	2,07	-5,860	-6,776
28	ϵ Aurigae	var.(3—4)	-6,844	-11,406
29	η Aurigae	3,28	+5,580	+11,498
30	θ Aurigae	2,71	-2,476	-7,534
31	β Cancri	3,76	+10,447	+5,717
32	δ Cancri	4,17	+6,007	+8,332

Tabelul 9 (continuar)

1	2	3	4	5
33	δ Hydrae	4,18	+11,824	+8,314
34	ξ Hydrae	3,30	+11,445	+10,379
35	ε Persei	2,96	-7,886	-17,342
36	ξ Persei	2,91	-4,578	-19,781
37	α Leonis	1,34	+6,709	+18,348

**B. ELEMENTELE NECESARE LA CONSTRUCȚIA UNEI
HĂRȚI SPECIALE ÎN PROIECȚIE STEREOGRAFICĂ
PENTRU OBSERVAREA PERSEIDELOR**

Tabelul

Nr. crt.	Numele stelei	Magnitudine	x	y
1	2	3	4	5
		m.	cm.	cm.
1	α Andromedae	+2,15	+6,245	-14,071
2	β Cassiopeiae	2,42	-2,914	-7,494
3	γ Pegasi	2,87	+11,486	-16,588
4	δ Andromedae	3,49	+6,936	-11,431
5	α Cassiopeae	2,1—2,6	-1,356	-6,787
6	γ Cassiopeae	2,25	-2,289	-5,393
7	δ Cassiopeae	2,40	-1,604	-4,310
8	β Arietis	2,72	+12,781	-6,493
9	α Ursae Minoris	1,93—2,07	-11,218	-0,101
10	γ Andromedae	2,28	+5,003	-4,051
11	α Arietis	2,23	+11,975	-5,182
12	β Trianguli	3,08	+7,740	-4,226
13	γ Ceti	3,58	+20,508	-2,499
14	α Ceti	2,82	+20,391	-0,415
15	γ Persei	3,08	+1,287	-0,011
16	β Persei	2,2—3,5	+5,988	-0,162
17	α Persei	1,90	+2,796	+0,990
18	δ Persei	3,10	+3,416	+2,134
19	η Tauri	2,96	+11,935	+3,573
20	ζ Persei	2,91	+8,794	+3,639
21	ε Persei	2,96	+6,000	+3,497

Tabelul 10 (continuare)

1	2	3	4	5
22	α Tauri	1,06	+14,008	+8,539
23	ϵ Aurigae	3,10	+3,477	+7,230
24	α Aurigae	0,21	+2,364	+7,764
25	γ Orionis	1,70	+16,550	+15,030
26	β Tauri	1,78	+7,923	+11,251
27	ζ Tauri	3,00	+10,164	+13,480
28	α Orionis	0,92	+14,634	+17,986
29	β Aurigae	2,07	+1,291	+10,339
30	η Gemini	3,1—3,9	+7,905	+16,316
31	γ Gemini	1,93	+8,456	+19,059
32	β Canis Minoris	3,09	+8,132	+26,739
33	α Gemini	1,99—2,85	—0,045	+19,408
34	α Canis Minoris	0,48	+8,223	+29,027
35	β Ursae Majoris	2,44	—17,123	+12,327
36	α Ursae Majoris	1,95	—16,405	+10,086
37	β Ursae Minoris	2,24	—17,771	+0,372
38	γ Ursae Minoris	3,14	—18,722	—0,552
39	α Lyrae	0,14	—21,299	—20,389
40	β Cygni	3,24	—18,326	—26,849
41	α Cygni	1,33	—11,273	—17,982
42	α Cephei	2,60	—10,181	—10,481
43	δ Cephei	3,8—4,6	—6,915	—11,080
44	η Pegasi	3,10	+0,860	—19,577
45	β Pegasi	2,61	+2,919	—18,927
46	α Pegasi	2,57	+7,251	—22,766
47	γ Cephei	3,42	—8,588	—8,637

a.7). Programul maximal de observare a meteorilor se efectuează cu un număr mare de observatori, dar este posibil să fie realizat și de către o persoană. În lipsa secretarului se va utiliza un magnetofon la care se vor dicta toate datele ca, ulterior, să fie transcrise în jurnalul de observații. Dăm mai jos lista cu scările pentru observarea meteorilor în cadrul acestui program; la începutul ei am adăugat o listă cu magnitudinile și culoarea unor stele, pe anotimpuri, necesare comparației, pentru obținerea magnitudinii meteori-

lor. Mai dăm două liste cu radianți meteorici, pentru orientare.

Pentru fotografierea meteorilor, sînt citate lucrări de specialitate în cadrul bibliografiei de la sfîrșitul capitoului.

Toate rezultatele de observație se pot trimite, pentru publicare științifică, Astroclubului Central București (Buc. Ana Ipătescu, nr. 21, sectorul I, 71111 București — 25).

SCĂRI PENTRU OBSERVAREA METEORILOR

Cîmp vizual efectiv: 45° diametru

1) MAGNITUDINI PENTRU COMPARAȚIE (m)

1) *Regiunea circumpolară nord*

Nr.	Stea	m	c
a ε	Ursae Majoris	1,68	2
b α	Persei	1,90	
c α	Ursae Majoris	1,95	
d α	Ursae Minoris	2,50	4
e β	Dracenis	2,99	4
f ε	Dracenis	3,99	
g χ	Persei	4,00	

2) *Regiunea constelațiilor primăverii*

Nr.	Stea	m	c
a' α	Bootis (Arcturus)	0,24	5
b' α	Virginis (Spica)	1,20	0
c' α	Leonis (Regulus)	1,34	2
d' β	Leonis	2,23	
e' α	Coronae Borealis	2,31	2
f' γ	Bootis	2,91	3
g' η	Virginis	4,00	

3) *Regiunea constelațiilor de vară și toamnă*

Nr.	Stea	m	c
a" α	Lirae (Vega)	0,14	2
b" α	Aquilae (Altair)	0,89	3
c" α	Cygni (Deneb)	1,33	2
d" γ	Cygni	2,32	4
e" ϵ	Pegasi	2,54	
f" ϕ	Aquilae	3,00	2
g" ζ	Herculis	3,00	
h" θ	Herculis	3,99	

4) *Regiunea constelațiilor de iarnă*

Nr.	Stea	m	c
a" α	Canis Majoris	1,58	1
b" α	Aurigae (Capella)	0,21	4
c" β	Orionis (Rigel)	0,34	1
d" α	Tauri (Aldebaran)	1,06	7
e" δ	Canis Majoris	1,98	4
f" β	Canis Majoris	1,99	0
g" ϕ	Aurigae	3,00	0
h" μ	Andromedae	3,94	

Lună plină: —17; Planeta Venus: de la —4 la —3

Luna la primul și la al doilea pătar: —9; Planeta Jupiter: —2,5

II) *CULOAREA — PENTRU METEORII PÎNĂ LA $m = 3$ (C)*

—4 — Albastru curat	5 — galben închis
—3 — albastru alburii (albastru predominant)	6 — galben roșiatic (pre- domină galben)
—2 — albastru — alb	7 — galben egal roșu (portocaliu)

- | | |
|--|--|
| -1 — alb — albăstrui (albul predomină) | 8 — roșu deschis |
| 0 — alb | 9 — roșu curat |
| +1 — alb gălbui (albul predominant) | -43 — verde deschis |
| 2 — alb egal galben | -44 — verde curat (galben egal albastru) |
| 3 — galben deschis | |
| 4 — galben curat | -45 — verde închis |

III) DISTANȚE UNGHIULARE APROXIMATIVE ÎNTRE CÎTEVA STELE (L°)

<i>Nr. reg.</i>	<i>Stele</i>	Distanța unghiulară în grade
1 α Ursae Majoris	$\rightarrow \beta$ Ursae Majoris	5°
1 α Ursae Minoris	$\rightarrow \alpha$ Ursae Majoris	29
1 α Cassiopeae	$\rightarrow \beta$ Cassiopeae	5
2 η Ursae Majoris	$\rightarrow \alpha$ Bootis	31
3 α Cygni	$\rightarrow \alpha$ Lirae	22
3 α Andromedae	$\rightarrow \beta$ Andromedae	12
4 α Orionis	$\rightarrow \beta$ Orionis	17

IV) VITEZA UNGHIULARĂ A METEORULUI (ω)

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 0 — Meteor staționar | 4 — Meteor mijlociu |
| 1 — Meteor foarte încet | 5 — Meteor destul de repede |
| 2 — Meteor destul de încet | 6 — Meteor repede |
| 3 — Meteor încet | 7 — Meteor foarte repede |

V) EVALUAREA CONTURULUI METEORULUI (ϕ)

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 — Meteor cu contur foarte pronunțat | 4 — Meteor cu regiuni ușor întrerupte |
|---------------------------------------|---------------------------------------|

- 2 — Meteor cu contur pronunțat 5 — Meteor cu regiuni interrupte evidente
3 — Meteor cu contur mijlociu

VI) DENSITATEA URMEI (δu)

- 1 — Urmă foarte rară, aspect de nou-raș cu goluri 3 — Urmă cu densitate potrivită
2 — Urmă rară 4 — Urmă densă
5 — Urmă foarte densă

VII) PRECIZIA NOTĂRII PE HARTĂ (Δ)

- 1a — Meteor notat foarte precis în direcție și lungime
1b — Meteor notat foarte precis în direcție
1c — Meteor notat foarte precis în lungime
2a — Meteor notat precis în direcție și lungime (idem 2b și 2c)
3a — Meteor notat destul de precis (idem 3b și 3c)
4a — Notăție mijlocie (idem 4b și 4c — poate fi luat în considerație însă cu o oarecare rezervă)
5a — Meteor notat aproximativ — trebuie corectat (idem 5b și 5c).

VIII) TIMPUL (STAREA CERULUI)

(după André Danjon)

- A — Cer perfect curat, fără urme de nori sau ceață;
B — Ușoară ceață sau vâl foarte fin de nori, dar fără efect sensibil;
C — Ceață sau nori care întunecă obiectul. Amănunte invizibile;
D — Nori care mai permit în intervale observarea obiectului; Meteorii sînt segmentați din cauza lor;
E — Observații imposibile; Cer acoperit în regiunea observată.

LISTA CU RADIANȚI METEORICI

Tabelul 11

Nr. crt.	Data activității curentului meteoritic	Ascensie dreaptă	Declinație	Numele rad. zonă
1	2	3	4	5
		IANUARIE		
1	25.XII—3.I	14h 4m	+47°	Bootes
2	28.XII—6.I	6h.52m(103°)	+32	Gemini
3	30.XII—5.I	15h.24m(231)	+52	QUADRANTIDELE
4	21.I—24.I	7h.28m(112)	+34	Gemini
		FEBRUARIE		
5	19.II—26.II	11h.48m(177)	+10	A Virginis
		MARTIE		
6	19.III—27.III	12h.16m(184)	+26	12 Comae Ber
7	23.III—29.III	14h.24m(216)	+31	Bootes
8	31.III—2.IV	12h.52m(193)	+31	Coma Ber.
		APRILIE		
9	7.IV—14.IV	17h.0m(255)	+50	Draco
10	15.IV—26.IV	18h.8m(272)	+33	LIRIDELE
11	30.IV—8.V	22h.20m(335)	—1	AQUARIDELE
		MAI		
12	21.V—31.V	15h.28m (232)	+34	Corona Bor.
		IUNIE		
13	17.VI—7.VII	20h.40m(310)	+45	Cygnus
14	18.VI—8.VII	13h.20m(200)	+55	BOOTIDELE (P)
15	21.VI—30.VI	15h.44m(236)	+58	Draco
16	22.VI—5.VII	16h.20m(245)	+62	Draco
17	25.VI—4.VII	15h.40m(235)	+33	Corona Bor.
18	28.VI—2.VII	14h.40m(220)	+57	Draco
		IULIE		
19	6.VII—12.VII	19h.24m(291)	+17	2—3 Sagitta
20	7.VII—20.VII	0h.12m(3)	+36	Andromeda
21	8.VII—11.VII	17h.12m(258)	+11	Ophiuchus
22	9.VII—21.VII	0h.08m(002)	+45	22 Andromeda
23	16.VII—20.VIII	3h.04m(046)	+56	PERSEIDELE
24	19.VII—31.VII	22h.44m(341)	+21	Pegas
25	19.VII—15.VIII	00h.56m(014)	+63	CASSIOPEIDELE

Tabelul 11 (continuare)

1	2	3	4	5
26	20.VII—8.VIII	20h.32m(308°)	—10	Aquila
27	23.VII—1.VIII	23h.32m(353)	+16	Pegasus
28	24.VII—3.VIII	20h.20m(305)	+20	Sagitta
29	25.VII—1.VIII	22h.24m(336)	—1	Aquarius
30	25.VII—6.VIII	22h.32m(338)	—12	AQUARIDELE
31	27.VII—31.VII	00h.36m(009)	+41	Andromeda
32	28.VII—5.VIII	22h.08m(332)	+45	2 Lacerta
33	28.VII—13.VIII	02h.12m(033)	+51	6 Perseu
34	28.VII—13.VIII	01h.40m(025)	+24	Artes
35	29.VII—1.VIII	01h.16m(004)	+25	Andromeda
36	29.VII—3.VIII	22h.04m(331)	+22	Pegasus
37	29.VII—13.VIII	00h.24m(006)	+36	Andromeda
38	30.VII—1.VIII	21h.52m(328)	—14	Capricornus
AUGUST				
39	1.VIII—7.VIII	23h.20m(350)	+26	Pegasus
40	2.VIII—9.VIII	21h.00m(315)	+47	Cygnus
41	5.VIII—11.VIII	1h.40m(025)	+48	Perseu
42	5.VIII—12.VIII	22h.08m(332)	+66	Cefeus
43	9.VIII—11.VIII	00h.00m(0)	+44	22 Andromeda
44	9.VIII—18.VIII	00h.56m(014)	+46	Andromeda
45	9.VIII—21.VIII	17h.44m(266)	+57	Draco
46	10.VIII—13.VIII	00h.20m(005)	+23	Pegasus
47	10.VIII—15.VIII	4h.32m(68)	+65	Camelopardalis
48	10.VIII—16.VIII	23h.04m(346)	+56	Cassiopea
49	10.VIII—24.VIII	19h.00m(285)	+42	R Lira
50	11.VIII—24.VIII	22h.20m(335)	+82	34 H Cepheus
51	15.VIII—25.VIII	19h.24m(291)	+52	Cygnus
52	16.VIII—24.VIII	20h.44h(311)	+62	Cepheus
53	16.VIII—27.VIII	20h.44h(311)	+13	Delphinus
54	18.VIII—27.VIII	2h.48m(42)	+22	Artes
55	19.VIII—26.VIII	4h.16m(64)	+29	Taurus
56	20.VIII—25.VIII	1h.40m(25)	+26	Triangulum
SEPTEMBRIE				
57	1.IX—6.IX	0h.52m(13)	+56	Cassiopea
58	2.IX—7.IX	22h.32m(338)	—12	Aquarius
59	3.IX—7.IX	21h.00m(315)	+47	Cygnus
60	9.IX—11.IX	20h.32m(308)	+82	Cepheus
61	11.IX—21.IX	00h.24m(6)	+19	Pegasus

Tabelul 11 (continuare)

1	2	3	4	5
62	20.IX—30.IX	1h.52m(28°)	+37	Triangulum
63	22.IX—23.IX	2h.20m(35)	+42	b Andromeda
64	23.IX—24.IX	1h.56m(29)	+62	Cassiopea
65	24.IX—29.IX	1h.12m(18)	+21	Pisces
OCTOMBRIE				
66	3.X—7.X	1h.36m(24)	+15	Pisces
67	5.X—8.X	1h.00m(15)	+39	Andromeda
68	7.X—10.X	17h.52m(268)	+60	DRAGONIDELE
69	11.X—27.X	2h.08m(32)	+20	Aries
70	13.X—24.X	3h.00m(45)	+10	Cetus
71	14.X—21.X	5h.36m(84)	+24	Taurus
72	14.X—26.X	6h.00m(90)	+14	ORIONIDELE
73	15.X—20.X	3h.44m(56)	+24	Taurus
74	17.X—25.X	5h.12m(78)	+40	Auriga
75	17.X—30.X	5h.4m(76)	+25	Taurus
76	18.X—27.X	2h.52m(43)	+21	Aries
77	18.X—30.X	6h.52m(103)	+19	Gemini
NOIEMBRIE				
78	4.XI—26.XI	2h.48m(42)	+21	Aries
79	8.XI—11.XI	6h.28m(97)	+21	Gemini
80	10.XI—18.XI	10h.6m(151)	+22	LEONIDELE
81	10.XI—19.XI	3h.44m(56)	+25	Taurus
82	11.XI—16.XI	8h.28m(127)	—3	Monoceros
83	12.XI—14.XI	9h.16m(139)	+34	Leo
84	15.XI—27.XI	1h.40m(25)	+42	ANDROMEDIDELE
DECEMBRIE				
85	5.XII—15.XII	7h.28m(112)	+33	GEMINIDELE
86	9.XII—12.XII	6h.28m(97)	+31	Gemini
87	12.XII	8h.4m(121)	+25	Cancer
88	12.XII—14.XII	6h.4m(91)	+16	Orion
89	19.XII—26.XII	13h.48m(207)	+74	URSIDELE

PRINCIPALII CURENȚI MÊTEORICI COMETARI
(după C. Hoffmeister)

IANUARIE

1) QUADRANTIDELE: Curent activ puține zile în jurul datei de 2 ianuarie. Radiantul are coordonatele:

ASCENSIE DREAPTĂ: 15^h24^m (231°)

DECLINAȚIE: $+48^\circ$ (după Hoffmeister)

Condițiile de vizibilitate sînt mai bune pentru latitudini nordice. Nu s-a găsit încă cometa asociată.

APRIIE

2) LIRIDELE: Curent activ puține zile în jurul lui 22 aprilie, avînd coordonatele:

ASCENSIE DREAPTĂ: 18^h20^m (275°)

DECLINAȚIE: $+35^\circ$

Liridele sînt legate de cometa 1861.I. Un curent continuu activ, după unele date s-a observat încă acum 2500 ani. Totuși, în prezent este în scădere.

MAI

3) AQUARIDELE: Curent activ la începutul lunii mai, observabil mai ales în emisfera australă, pentru care este cel mai bogat curent al anului.

ASCENSIE DREAPTĂ: 22^h32^m (338°)

DECLINAȚIE: -2°

Curentul este legat de cometa Halley.

IUNIE

4) DRACONIDELE: Cu radiantul:

ASCENSIE DREAPTĂ: 14^h4^m (211°)

DECLINAȚIE: $+53^\circ$

Observat pentru prima oară la 28 iunie 1916. În 1921 și 1927, la reîntoarcerea cometei PONS-WINNECKE, de care este legat roiul, s-au mai observat numai puțini meteori. Din cauza perturbațiilor periheliului, cometa se depărtează de orbita Pămîntului, radiantul fiind deci pe cale de dispariție.

IULIE

5) AQUARIDELE: Maximul de activitate în 28 iulie, circa 6 meteori pe oră. Poziția radiantului:

ASCENSIE DREAPTĂ: 22^h40^m (340°)

DECLINAȚIE: -12°

Nu se cunoaște încă cometa asociată. În această epocă mai sînt și alți doi radianți activi ce trebuie amintiți:

6) CYGNIDELE în Lebăda și

7) PISCIS-AUSTRINIDELE în Peștele-Austral.

AUGUST

8) PERSEIDELE: Cel mai activ dintre curenții meteorici. Maximul de activitate îl prezintă la 12 august. Radianțul se mișcă printre stele.

ASCENSIE DREAPTĂ: 2^h52^m (43°)

DECLINAȚIE: $+56^\circ$

Curentul este legat de cometa 1862 III.

9) AURIGIDELE: Curent observat la 31 august 1935 la Observatoarele din Praga și Sonneberg. Radianțul se găsea la:

ASCENSIE DREAPTĂ: 5^h44^m (86°)

DECLINAȚIE: $+44^\circ,5$

Frecvența: aproximativ 20 meteori pe oră. Pare să fie legat de cometa 1911 II, cvasi-parabolică.

OCTOMBRIE

10) DRACONIDELE: Curent observat la 9 octombrie 1900, cu radiantul:

ASCENSIE DREAPTĂ: 17^h44^m (266°)

DECLINAȚIE: $+53^\circ$

Cometa asociată este probabil cometa Giacobini-Zinner. În 1914 nu s-a observat, dar în 1926 a fost confirmat de Denning. În 1933, a dat naștere unei averse meteorice. Corpurile meteorice sînt îngrămădite sub formă de roi în imediata vecinătate a orbitei cometare.

11) ORIONIDELE: Curent foarte activ la 19 octombrie, cu radiantul:

ASCENSIE DREAPTĂ: 6^h4^m (91°)

DECLINAȚIE: $+16^\circ$

Se pare că sînt mai mulți radianți vecini. Curentul este probabil legat de cometa Halley.

NOIEMBRIE

12) LEONIDELE. Coordonatele radiantului:

ASCENSIE DREAPTĂ: 9^h56^m (149°)

DECLINAȚIE: $+23^\circ$

A dat, la intervale de 33—34 ani, cele mai bogate averse meteorice în 1799, 1833 și 1866. Cometa asociată este cometa Tempel I (1866 I), cu perioada 33,176 ani. Cometa nu a mai fost regăsită în 1899.

DECEMBRIE

13) ANDROMEDIDELE: În ultima treime a lui noiembrie și începutul lui decembrie coordonatele radiantului:

ASCENSIE DREAPTĂ: 1^h32^m (23°)

DECLINAȚIE: $+43^\circ$

Curentul este legat de cometa Biela, cu perioada de 6,6 ani. A produs meteori în 1872, 1885, mai puțin în 1892 și activitate slabă în 1898. Curentul este pe cale de dezagregare, dând naștere la puțini meteori.

14) GEMINIDELE: Cu maximul de activitate de la 10 la 13 decembrie. Coordonatele radiantului:

ASCENSIE DREAPTĂ: 7^h28^m (112°)

DECLINAȚIE: $+32^\circ$

Are o intensă activitate. Cometa asociată nu este cunoscută.

6. Ecuația personală și probleme de astropsihologie

Am dat mai sus, în paragrafele 4 și 5, două dintre direcțiile de orientare ale astronomului-amator în privința practicii astronomice: *observarea astroclimatului și cercetarea meteorilor*. Ne-am oprit asupra acestor două direcții nu numai datorită faptului că sint foarte importante dar și pentru că, *pînă acum, în diferite lucrări apărute ele sint vag tratate*. Or, cercetările de astroclimat — cînd *problema poluării mediului* a devenit acută — sint foarte necesare. La fel, cerce-

tarea curenților meteorici, cunoașterea exactă a orbitelor lor, este în strinsă legătură cu *problema călătoriilor cosmice* pe distanțe mari în sistemul solar.

ECUAȚIA PERSONALĂ este importantă deoarece ea reprezintă corecția ce trebuie adăugată rezultatului unei măsurători astronomice, pentru ca această măsurătoare să fie, cit mai corectă. Ecuatia personală este proprie fiecărui observator. Ea este legată de gradul de subiectivitate a persoanei respective în aprecierea unei citiri, în procesul măsurării. Este în funcție nu numai de structura fiziologică a ochiului, dar și de TIPUL TEMPERAMENTAL respectiv. De aceea, am găsit de cuviință să legăm problema ecuației personale și de întocmirea *fișei temperamentale* dată mai jos — pe baza analizei amănunțite și îndelungate a tipurilor pure (ideale) ale temperamentului, pe care le caracterizăm, în parte, în listele ce urmează. Odată stabilită proporția respectivă și tipul predominant, se pot urmări o serie de fenomene astronomice (activitatea Soarelui, fazele Lunii etc.) în scopul unui studiu al comportamentului în funcție de acele fenomene cosmice. Rezultatele se pot compara grafic prin tabele etc. și ele sînt foarte importante din punctul de vedere al astropsihologiei. În ceea ce privește *ecuația personală* aceasta se poate obține, concret, prin observații îndelungate asupra unor stele fără variație a strălucirii (stele care nu sînt variabile) aplicînd încă metoda folosită la observarea acestora. Diferențele de magnitudine obținute se compară cu cele adevărate. Se vor folosi formulele (36), (37) și (38). Abaterile obținute vor caracteriza ecuația personală, deși problema este mai complexă avînd în vedere legătura dintre ecuația personală și tipul psiho-temperamental.

Dăm în continuare modelul fișei temperamentale și apoi caracterizările tipurilor pure în ordinea următoare: coleric, sangvin, melancolic, flegmatic; această ordine corespunde, după cum am arătat, în proporție de circa 60% ordinii anotimpurilor, începînd cu primăvara.

Prenumele și numele:

(se va scrie citet)

Analizînd cu atenție caracterizarea tipurilor temperamentale pure, constat că, în cazul persoanei mele, cea mai probabilă repartiție procentuală este următoarea:

- | | | | | |
|---------------|-----------------|-------|-------------|-------|
| 1. COLERIC | în proporție de |% | cu varianta | |
| 2. FLEGMATIC | " |% | " | |
| 3. MELANCOLIC | " |% | " | |
| 4. SANGVIN | " |% | " | |

CONCLUZIE: Tipul meu temperamental predominant este...

Aprecierea de mai sus este: a. CERTĂ b. APROXIMATIVĂ

Observații speciale:

TIPURI PURE (IDEALE) ALE TEMPERAMENTULUI

TIPUL COLERIC

Coordonate fundamentale

INSTABIL (NEECHILIBRAT) — EXTRAVERTIT (DESCHIS)

Variante: Reactiv, Neastîmpărat, Agresiv, Excitabil, Schimbător, Impulsiv, Optimist, Activ.

Tipul corespunzător de activitate nervoasă superioară (Pavlov)

Ca intensitate a proceselor nervoase: **PUTERNIC**

Ca echilibru a proceselor nervoase: **NEECHILIBRAT**

Ca mobilitate a proceselor nervoase: **EXCITABIL**

Descrieri

a) *După P.P. Neveanu (1973)*: Este neliniștit, impetuos, uneori impulsiv, își iese repede din fire, este înclinat spre „explozii” afective, are sentimente puternice și durabile, dar este inegal în manifestări, se lasă ușor cuprins de stări de alarmă sau furie, își risipește neeconomico energia și, de aceea, periodic este cuprins de stări de oboseală și indispoziție, dar își revine repede, trecând la supraexcitare. În absența unei educații eficiente, colericul va ajunge un om care se stăpânește cu greu, irascibil și nerăbdător.

b) *După M. Zlate (1978)*: Dispune de o reactivitate promptă, imediată, bogată, intensă; este impetuos, capabil de sentimente intense și durabile, de o mare rezistență, este productiv în plan intelectual; în schimb, este impulsiv, iritabil, își iese repede din fire, este predispus spre „explozii” afective, manifestă încredere exagerată în propriile sale forțe, minimalizându-le pe ale altora, se lasă cuprins de stări de furie, de alarmă, și risipește energia.

c) *După P.P. Neveanu (1978)*: Temperament corespunzător tipului puternic neechilibrat, excitabil, caracterizat prin relativă slăbiciune a inhibiției active de unde tendințe de nestăpânire de sine, impulsivități, agitație, tumultuoșitate, nerăbdare, explozivitate emoțională, oscilație între activism impetuos și depresie, înclinație spre stări de alarmă și spre exagerare ș.a.

COLERICUL, ca tip de caracter: **EMOTIV-ACTIV-PRIMAR** (exemplu Danton). Școala de la Groning (Olanda; 1918) atribuie acestui tip mobilitatea și vivacitatea sentimentelor, aptitudinea oratorică, ca expresie a vehemenței emoțiilor și a tendinței de exteriorizare. Manifestă izbucniri eruptive de iritație, simte nevoia de acțiune, de inițiativă, gustul pentru noutate, se interesează de politică; colericul sint voluntari și extrem de activi. Plini de optimism, ei cred în progres. Generoși, cordiali, plini de vitalitate și exuberanță, în general cu bună dispoziție, acestor oameni le lipsește adesea măsura. Întregul lor comportament e dominat

de extraversiune, sociabilitate, nevoia de a se răspîndi. Valoarea dominantă pentru ei: acțiunea. Ca reprezentant tipic al colericului este citat Danton. (După Șt. Zisulescu „Caracterul“, 1978.)

TIPURI PURE (IDEALE) ALE TEMPERAMENTULUI

TIPUL SANGVIN

Coordonate fundamentale

STABIL (ECHILIBRAT) — EXTRAVERTIT (DESCHIS)

Variante: Sociabil, Vorbăreț, Săritor, Hazliu, Vivacitate, Spirit de grup, Aptitudini de conducere.

Tipul corespunzător de activitate nervoasă superioară (Pavlov)

Ca intensitate a proceselor nervoase: **PUTERNIC**

Ca echilibru a proceselor nervoase: **ECHILIBRAT**.

Ca mobilitate a proceselor nervoase: **MOBIL**

Descrieri

a) *După P.P. Neveanu (1973):* Este vioi, mobil, cu o mare capacitate de adaptare la orice împrejurări, aproape întotdeauna bine dispus, stabilește cu ușurință contacte cu alte persoane, dar nu este înclinat spre sentimente puternice și stabile; în ciuda exuberanței și activismului său continuu, este totuși un om care se poate stăpîni cu ușurință, dacă este educat în acest sens.

b) *După M. Zlate (1978):* Este deosebit de vioi, mobil, impresionabil, sensibil, manifestă reacții rapide, intră ușor în activitate, dezvoltă energie, se adaptează ușor, este sociabil, relaxat, destins; în schimb este ușuratic, vorbăreț, guraliv, influențabil, nestatornic, fluctuant și inegal în trăirile sale afective.

c) *După P.P. Neveanu (1948)*: Temperament corespunzător tipului puternic, echilibrat, mobil, ce se caracterizează prin: rapiditate, vioiciune, calm, intensitate a emoțiilor și superficialitate a sentimentelor, năzuință spre schimbare, instabilitate a intereselor și înclinațiilor, distribuție și comutare ușoară a atenției, maximă adaptabilitate, rezistență, prin restructurare facilă, la dificultăți, relativ continuă menținere a rezistenței și echilibrului psihic.

SANGVINUL, *ca tip de caracter*: NON-EMOTIV-ACTIV-PRIMAR (exemplu Bacon). Aceștia sînt extravertiți, efectuează observații exacte și dau dovadă de un remarcabil simț practic. Iubesc lumea, iar în relațiile cu oamenii se arată politicoși, spirituali, ironici, sceptici. Apți pentru a fi conducători, dau dovadă de abilitate, acordă puțin respect marilor sisteme, în schimb prețuiesc mult experiența, manifestînd inițiativă și o mare suplețe a spiritului. Sanguinicul e greu de tulburat, nu simte că conflictul apasă atît de greu asupra lui pentru a-l zdrobi. Activitatea lui îi permite să domine situația, iar înfringerea dificultăților care îi apar constituie pentru el un amuzament. Legile și uzanțele nu sînt considerate cu prea mare gravitate, fiind suficientă cunoașterea lor pentru a le aplica în mod inteligent. Ceea ce îl entuziasmează sau îl scandalizează pe emotiv devine pentru sangvin pretext de reflecție ironică. René Le Senne a subdivizat tipul sangvin în numeroase subtipuri. Mai întîi un tip de tranziție care se intercalează între coleric și tipul pur, numit *sanguinicul paracolic*. Brusc și cordial, acesta lasă o falsă impresie de emotivitate. Exuberant, el ascunde sub o exteriorizare afectuoasă o răceală egoistă și o netă dominare a ambițiilor sale. Este un om fără scrupule, dar cu o mare putere de adaptare, suplețe și curaj fizic. Model pentru acest tip poate fi dat Henric al IV-lea. La extremitatea opusă, aproape amorf, se întîlnește *paramorful*, neemotiv, grav, calm, puțin flecar, cu impulsivitate moderată, ca atare echilibrat. *Sanguinicii puri* cuprind:

1. Sanguinicul viu: febril (Voltaire), sarcastic (Chamfort, Paul-Louis Courier) și ascuțit (Bacon, Montesquieu). 2. Sanguinicul calm cuprinde mai multe subdiviziuni: cinici (Mazarin și Talleyrand), epicureeni (Ninon de Lenclos), libertini (Anatole France), așizat, prudent, isteț (M-me de Sévigné). 3. Uscat (sec): critic, pozitivist, abstract. 4. Lent: sceptic, analitic, surizător, binevoitor. Valoare dominantă pentru acest tip: succesul social. (După Șt. Zisulescu, „Caracterul“, 1978.)

TIPURI PURE (IDEALE) ALE TEMPERAMENTULUI

TIPUL MELANCOLIC

Coordonate fundamentale

INSTABIL (NEECHILIBRAT) — INTROVERTIT (ÎNCHIS)

Variante: Întristat, Anxios, Rigid, Sobru, Pesimist, Nesociabil, Liniștit.

Tipul corespunzător de activitate nervoasă superioară (Pavlov)

Ca intensitate a proceselor nervoase: SLAB

Descrieri

a) *După P.P. Neveanu (1973):* Se caracterizează printr-un tonus slab al conduitei. De aceea nu-și manifestă intens reacțiile afective și este inclinat spre interiorizare. Nu are mare rezistență la stările de încordare și suprasolicitare. În schimb este capabil de acțiuni analitice de mare finețe și care necesită multă răbdare și grijă pentru detalii. După constatările lui Eysenck, melancolicul (de asemenea și *colericul*) este inclinat spre nevrozism: iritabilitate exagerată; dezechilibru emoțional; psihopatii.

b) După M. Zlate (1978): Este hipersensibil, meticulos, migălos, interiorizat, conștiincios, dispune de procese afective durabile, intense, dar este puțin încrezător în propriile forțe, retras, supus, timid, nesigur, trăiește sentimente de inferioritate, dispune de mobilitate și reactivitate redusă.

c) După P.P. Neveanu (1978): Temperament hipotonic, rezultat din tipul slab de activitate nervoasă superioară. Se caracterizează prin redusă capacitate de lucru în condiții de suprasolicitare, slabă rezistență neuropsihică, dar și printr-o acută sensibilitate. Dificultățile de adaptare la condițiile vieții sociale sînt compensate frecvent prin retrageri în sine, trăiri profunde, reverii. H. Eysenck observă înalta corelație dintre acest temperament și introversiune. Melancolicii sînt capabili de acțiuni migăloase, ce implică analiză de finețe și multă răbdare.

SENTIMENTALII, ca tip de caracter: EMOTIV-INACTIV-SECUNDAR (exemplu Amiel). Pe primul plan apare emotivitatea. Ca urmare a unei vulnerabilități specifice, impresiile minime, mai ales cele de ordin social, produc o violentă zguduire psihică, o adevărată traumă. Această emotivitate este specializată, intrucît anumite categorii de evenimente, chiar grave, îi lasă indiferenți. Manifestă totdeauna introversiune, sînt melancolici, meditativi, timizi, vulnerabili, scrupuloși, alimentîndu-și viața internă cu ruminățiile trecutului. Sînt indiferenți față de fenomenele externe, pentru a se închide în eul propriu. Caută permanent solitudine, ocolesc oamenii, fug de relațiile sociale, dar manifestă o deosebită plăcere pentru natură, în care găsesc liniște și destindere. Această capacitate de sintonie cu mediul determină schizotimia. Introversiunea conduce spre introspecție, analiză permanentă și neobosită a eului propriu, proiectarea spre trecut pe care ar dori să-l redreseze. Introspecția și închietudinea se combină pentru a favoriza analiza extrem de scrupuloasă care amplifică propriile greșeli, și care, firește, pot duce la acuzarea de sine. Melancolia este starea lor normală, însoțită de resemnare, apoi timiditatea, mizantropia,

dragostea exagerată pentru animale care au un „comportament superior“ speței umane și rezerva. Valoarea dominantă pentru ei: intimitatea. Ca sentimentali se citează: Amiel, Rousseau, Maine de Biran, Vigny etc. (După Șt. Zisulescu, „Caracterul“, 1978.)

MELANCOLIE: Depresiune psihomorală, tristețe permanentă inspirată de pesimism și însoțită de un complex de culpabilitate. *Dincolo de o anumită limită* devine patologică și se înscrie ca un simptom alternativ în psihoza maniacodepresivă. Melancolie înseamnă și o anxietate depresivă. (După P.P. Neveanu, Dicționar de psihologie, 1978.)

TIPURI PURE (IDEALE) ALE TEMPERAMENTULUI

• TIPUL FLEGMATIC

Coordonate fundamentale

STABIL (ECHILIBRAT) — INTROVERTIT (ÎNCHIS)

Variante: Pasiv, Grijuliu, Îngindurat, Pașnic, Controlat, Demn de încredere, Temperat, Calm.

Tipul corespunzător de activitate nervoasă superioară (Pavlov)

Ca intensitate a proceselor nervoase: PUTERNIC

Ca echilibru a proceselor nervoase: ECHILIBRAT

Ca mobilitate a proceselor nervoase: INERT

Descrieri

a) *După P.P. Neveanu (1973):* Este de un calm aproape imperturbabil, nu are reacții emoționale vii și rapide, pare deseori indiferent, se impresionează mai greu, dar este înclinat spre sentimente și obișnuințe foarte stabile, în activitatea lui se concentrează puternic și nu este distrus cu ușurință.

b) După M. Zlate (1978): Dispune de o mare capacitate de muncă, răbdare, perseverență, stăpânire de sine, calm; este aproape imperturbabil, cugetat, dar manifestă și inerție în manifestările sale psihice, reacții întârziate (chiar dacă sînt adecvate) și stereotipizate; capacitate relativ scăzută de a se adapta mai ales la situațiile noi, variabile; este relativ încordat.

c) După P.P. Neveanu (1978): Profil temperamental dezvoltat pe baza tipului de activitate nervoasă superioară, puternic, echilibrat-inert, și avînd drept particularități relevante calmul, lentoarea, slaba reactivitate afectivă și durabilitatea sentimentelor, răbdarea naturală, înclinația spre rutină, refuzul schimbărilor, compensată prin capacitatea de eforturi îndelungate și tenace. Într-un sens special și empiric, termenul de flegmatic se mai utilizează pentru a desemna indiferentismul afectiv. H.J. Eysenck caracterizează tipul flegmatic prin introversiune și stabilitate emoțională.

FLEGMATICUL, ca tip de caracter: NON-EMOTIV-ACTIV-SECUNDAR (exemplu Immanuel Kant). Manifestă o activitate care se reduce la dobîndirea strictului necesar, fără agitație, cu perseverență adesea împinsă pînă la tenacitate. Opoziția oamenilor se va lavi de indiferența flegmaticului și se va uza în fața obstinatiei sale. Este obiectiv și nu se încurcă în considerații dictate de sensibilitate, evitîndu-le printr-o activitate metodică. Grija lui se limitează la preocupările personale, dar acest egoism este temperat de un mare respect pentru semenii săi, pentru obiceiurile lor, pentru habitudinile lor, cu condiția ca acești oameni să nu vină în conflict cu el. Sînt dominați de o regularitate inflexibilă în utilizarea timpului, de automatism. Sînt oameni cu tabieturi, respectuoși față de principii, punctuali, obiectivi, demni de încredere, pedanți, răbdători, tenaci, lipsiți de afectare, cu dispoziție egală. Simțul umorului este la ei foarte viu, posedă un fel de optimism rece care constă în a înlocui

emoția cu o agreabilă zeflemisire. Iubesc sistemele abstracte. Prin secundaritatea sa flegmaticul este dispus să includă tot ceea ce este serios în viața sa, zeflemeaua este înlocuită cu gravitatea, iar conflictul ia alura unei probleme ce trebuie soluționată. Examinează faptele și reflectează, nu se pasionează, rămâne calm și caută să degajeze elementele cu sînge rece. Valoarea dominantă pentru ei: legea. Exponent: Kant. (După Șt. Zisulescu, „Caracterul“, 1978.)

În cele ce urmează anexăm alfabetul grecesc și alte tabele utile, de exemplu lista constelațiilor vizibile total sau parțial din România, precum și bibliografia la capitolul de față. Din lista lucrărilor conținute în bibliografie (am început cu lucrările fundamentale, cataloagele și manualele strict necesare), cititorii interesați vor putea afla și alte lucrări importante privind practica astronomică.

În sfîrșit, glosarul cu care se încheie cartea îl va ajuta pe cititor să se orienteze mai bine în domeniile nemărginite și, în același timp, pasionante ale Uraniei...

Alfabetul grec

α — alfa	ν — niu
β — beta	ξ — xi
γ — gama	θ — omicron
δ — delta	π — pi
ϵ — epsilon	ρ — ro
ζ — zeta	σ — sigma
η — eta	τ — tau
θ — teta	υ — ipsilon
ι — iota	φ — fi
κ — kapa	χ — hi
λ — lamda	ψ — psi
μ — miu	ω — omega

DATELE DE MAXIM ȘI MINIM ALE ACTIVITĂȚII SOLARE ÎN FIECARE CICLU DE ACTIVITATE

Tabelul 12

Numărul ciclului	Anul de minim	Cel mai mic număr rela- tiv de pete	Anul de maxim	Cel mai mare număr rela- tiv de pete	Perioada ascendentă, ani	Perioada descendentă, ani
1	1755,2	8,4	1761,5	86,5	6,3	5,0
2	1766,5	11,2	1769,7	115,8	3,2	5,8
3	1775,5	7,2	1778,4	158,5	2,9	6,3
4	1784,7	9,5	1788,1	141,2	3,4	10,2
5	1798,3	3,2	1805,2	49,2	6,9	5,4
6	1810,6	0,0	1816,4	48,7	5,8	6,9
7	1823,3	0,1	1829,9	71,7	6,6	4,0
8	1833,9	7,3	1837,2	146,9	3,3	6,3
9	1843,5	10,5	1848,1	131,6	4,6	7,9
10	1856,0	3,2	1860,1	97,9	4,1	7,1
11	1867,2	5,2	1870,6	140,5	3,4	8,3
12	1878,9	2,2	1883,9	74,6	5,0	5,7
13	1889,6	5,0	1894,1	87,9	4,5	7,6
14	1901,7	3,6	1907,0	64,2	5,3	6,6
15	1913,6	1,5	1917,6	105,4	4,0	6,0
16	1923,6	5,6	1928,4	78,1	4,8	5,4
17	1933,8	3,4	1937,4	119,2	3,6	6,8
18	1944,2	7,7	1947,5	151,8	3,3	6,8
19	1954,3	3,4	1957,9	201,3	3,6	6,7
20	1964,6	3,1	1968,9	111,0	4,3	
21	1976,6	1,9				

NUMERELE MEDII ANUALE DE PETE SOLARE ÎNTRE ANII
1700—1976

Tabelul 13

Anul	R	Anul	R	Anul	R	Anul	R	Anul	R
1700	5	1735	34	1770	100,8	1805	42,2	1840	64,6
1701	11	1736	70	1771	81,6	1806	28,1	1841	36,7
1702	16	1737	81	1772	66,5	1807	10,1	1842	24,2
1703	23	1738	111	1773	34,8	1808	8,1	1843	10,7
1704	36	1739	101	1774	30,6	1809	2,5	1844	15,0
1705	58	1740	73	1775	7,0	1810	0,0	1845	40,1
1706	29	1741	40	1776	19,8	1811	1,4	1846	61,5
1707	20	1742	20	1777	92,5	1812	5,0	1847	98,5
1708	10	1743	16	1778	154,4	1813	12,2	1848	124,7
1709	8	1744	5	1779	125,9	1814	13,9	1849	96,3
1710	3	1745	11	1780	84,8	1815	35,4	1850	66,6
1711	0	1746	22	1781	68,1	1816	45,8	1851	64,5
1712	0	1747	40	1782	38,5	1817	41,1	1852	54,1
1713	2	1748	60	1783	22,8	1818	30,1	1853	39,0
1714	11	1749	80,9	1784	10,2	1819	23,9	1854	20,6
1715	27	1750	83,4	1785	24,1	1820	15,6	1855	6,7
1716	47	1751	47,7	1786	82,9	1821	6,6	1856	4,3
1717	63	1752	47,8	1787	132,9	1822	4,0	1857	22,7
1718	60	1753	30,7	1788	130,9	1823	1,8	1858	54,8
1719	39	1754	12,2	1789	118,1	1824	8,5	1859	93,8
1720	28	1755	9,6	1790	89,9	1825	16,6	1860	95,8
1721	26	1756	10,2	1791	66,6	1826	36,3	1861	77,2
1722	22	1757	32,4	1792	60,0	1827	49,6	1862	59,1
1723	11	1758	47,6	1793	46,9	1828	64,2	1863	44,0
1724	21	1759	54,0	1794	41,0	1829	67,0	1864	47,0
1725	40	1760	62,9	1795	21,3	1830	70,9	1865	30,5
1726	78	1761	85,9	1796	16,0	1831	47,8	1866	16,3
1727	122	1762	61,2	1797	6,4	1832	27,5	1867	7,3
1728	103	1763	45,1	1798	4,1	1833	8,5	1868	37,6
1729	73	1764	34,4	1799	6,8	1834	13,2	1869	74,0
1730	47	1765	20,9	1800	14,5	1835	56,9	1870	139,0
1731	35	1766	11,4	1801	34,0	1836	121,5	1871	111,2
1732	11	1767	37,8	1802	45,0	1837	138,3	1872	101,6
1733	5	1768	69,8	1803	43,1	1838	103,2	1873	66,2
1734	16	1769	106,1	1804	47,5	1839	85,7	1874	44,7

Tabelul 13 (continuare)

Anul	R	Anul	R	Anul	R	Anul	R	Anul	R
1875	17,0	1896	41,8	1917	103,9	1938	109,6	1959	159,0
1876	11,3	1897	26,2	1918	80,6	1939	88,8	1960	112,3
1877	12,4	1898	26,7	1919	63,6	1940	67,8	1961	54,0
1878	3,4	1899	12,1	1920	37,6	1941	47,5	1962	38,0
1879	6,0	1900	9,5	1921	26,1	1942	30,6	1963	27,0
1880	32,3	1901	2,7	1922	14,2	1943	16,3	1964	10,2
1881	54,3	1902	5,0	1923	5,8	1944	9,6	1965	15,1
1882	59,7	1903	24,4	1924	16,7	1945	33,2	1966	47,0
1883	63,7	1904	42,0	1925	44,3	1946	92,6	1967	93,8
1884	63,5	1905	63,5	1926	63,9	1947	151,6	1968	105,9
1885	52,2	1906	53,8	1927	69,0	1948	136,3	1969	105,5
1886	25,4	1907	62,0	1928	77,8	1949	134,7	1970	104,5
1887	13,1	1908	48,5	1929	64,9	1950	83,9	1971	66,6
1888	6,8	1909	43,9	1930	35,7	1951	69,4	1972	68,9
1889	6,3	1910	18,6	1931	21,2	1952	31,5	1973	38,0
1890	7,1	1911	5,7	1932	11,1	1953	13,9	1974	34,5
1891	35,6	1912	3,6	1933	5,7	1954	4,4	1975	15,5
1892	73,0	1913	1,4	1934	8,7	1955	38,0	1976	12,6
1893	85,1	1914	9,6	1935	36,1	1956	141,7		
1894	78,0	1915	47,4	1936	79,7	1957	190,2		
1895	64,0	1916	57,1	1937	114,4	1958	184,8		

CONSTELAȚIILE VIZIBILE (TOTAL SAU PARȚIAL) DIN ROMÂNIA

Tabelul 14

Nr.	Denumirea latină (științifică)	Genitivul	Prescurta- rea oficială	Denumirea în limba română
1	2	3	4	5
1	Andromeda	Andromedae	And	Andromeda
2	Antlia	Antliae	Ant	Mașina pneuma- tică
3	Aquarius	Aquarii	Aqr	Vărsătorul
4	Aquila	Aquilae	Aql	Vulturul (Acvila)
5	Aries	Arietis	Ari	Berbecul
6	Auriga	Aurigae	Aur	Vizitiul
7	Bootes	Bootis	Boo	Boarul (Văcarul)
8	Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Cămila
9	Cancer	Canceri	Cnc	Racul
10	Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Ciinii de vinătoare
11	Canis Maior	Canis Maioris	CMa	Ciinele mare
12	Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Ciinele mic
13	Capricornus	Capricorni	Cap	Capricornul
14	Carina	Carinae	Car	Carena
15	Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Casiopeia
16	Centaurus	Centauri	Cen	Centaurul
17	Cepheus	Cephei	Cep	Cefeul
18	Cetus	Ceti	Cet	Balena
19	Columba	Columbae	Col	Porumbelul
20	Coma Berenices	Comae Berenicis	Com	Părul Berenicei
21	Corona Australis	Coronae Australis	CrA	Coroana australă
22	Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Coroana boreală
23	Corvus	Corvi	Crv	Corbul
24	Crater	Crateris	Crt	Cupa
25	Cygnus	Cygni	Cyg	Lebăda
26	Delphinus	Delphini	Del	Delfinul
27	Dorado	Doradus	Dor	Peștele de aur
28	Draco	Draconis	Dra	Dragonul
29	Equuleus	Equulei	Equ	Mînzul
30	Eridanus	Eridani	Eri	(fluviul) Eridan
31	Fornax	Fornacis	For	Cuptorul
32	Gemini	Geminorum	Gem	Gemenii
33	Hercules	Herculis	Her	Hercule
34	Hydra	Hydrae	Hya	Hydra

Tabela 14 (continuare)

1	2	3	4	5
35	Lacerta	Lacertae	Lac	Soparia
36	Leo	Leonis	Leo	Leul
37	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi	Leul mic
38	Lepus	Leporis	Lep	Iepurele
39	Libra	Librae	Lib	Balanța
40	Lupus	Lupi	Lup	Lupul
41	Lynx	Lyncis	Lyn	Linxul (Risul)
42	Lyra	Lyrae	Lyr	Lira
43	Microscopium	Microscopii	Mic	Microscopul
44	Monoceros	Monocerotis	Mon	Unicorn (Licornul)
45	Ophiucus	Ophiuchi	Oph	Ophiucus (Omul cu șarpele)
46	Orion	Orionis	Ori	Orion
47	Pegasus	Pegasi	Peg	Pegasul
48	Perseus	Persei	Per	Perseu
49	Pisces	Piscium	Psc	Pești
50	Piscis-Austrinus (Australis)	Piscis Austrini	PsA	Peștele austral
51	Puppis	Puppis	Pup	Papa
52	Pyxis	Pyxidis	Pyx	Compasul, Busola
53	Sagitta	Sagittae	Sge	Săgeata
54	Sagittarius	Sagittarii	Sgr	Săgetătorul
55	Scorpius	Scorpii	Sco	Scorpionul
56	Sculptor	Sculptoris	Scl	Atelierul sculptorului
57	Scutum	Scuti	Scu	Scutul
58	Serpens (caput; cauda)	Serpentis	Ser	Șarpele (capul; coada)
59	Sextans	Sextantis	Sex	Sextantul
60	Taurus	Tauri	Tau	Taurul
61	Triangulum	Trianguli	Tri	Triunghiul
62	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA	Triunghiul Austral
63	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa	Ursa Mare (Carul Mare)
64	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi	Ursa Mică (Carul Mic)
65	Virgo	Virginis	Vir	Fecioara
66	Vulpecula	Vulpeculae	Vul	Vulpea

BIBLIOGRAFIE

- Dr. Antonin Bečvář, *Atlas Coeli*, 1950, O. Praha, 1956.
- Mihai Chiriță, *Astronomie nautică*, București, 1957.
- Gheorghe Chiș, *Astronomie*, București, 1968.
- N. Coculescu, *Tratat elementar de astronomie*, București, 1923.
- N. Coculescu, *Curs de astronomie teoretică*, București, 1929.
- C. Cristea, *Astronomie*, București, 1965.
- Ioan Curea, *Atlas stelar descriptiv*, Timișoara, 1970.
- G. Demetrescu, *Curs de astronomie*, București, 1948.
- Nicolae Dinulescu, *Astronomie fundamentală*, București, 1968.
- Ella Marcus, *Bucharest K.S.Z. Catalogue of faint stars for 1950*,
O. Declination Zone -11° to $+11^{\circ}$, Bucharest, 1972.
- A. A. Mihailov, *Zvezni Atlas*, Moskva, 1965.
- Paul Müller, *Dictionnaire de l'Astronomie*, Paris, 1966.
- Ernst J. Öpik, *Initiation à l'Astronomie*, Paris, 1964.
- G. Petrescu, *Astronomie elementară*, București, 1962.
- P. I. Popov, K. L. Baev, B. A. Voronțov-Veliaminov, R. V. Kunițki,
Astronomia, București, 1956.
- Constantin Părvulescu, *Noțiuni metodice de cosmografie*, București,
1937.
- Ioan Stamatîn, *Astronomie geodetică*, București, 1961.
- Karl Stumpf, *Astronomie (Lexikon)*, Frankfurt am Main, 1957.
- Maria Ch. Theohari, Ovidiu Țino, Vasile Bădălescu, *Leccióni de astro-*
nomie, București, 1935.

- Anuarul Observatorului din București.*
Connaissance des Temps, Paris (apare anual).
Éphémérides Astronomiques publiées par la Société Astronomique de France, Paris, apare anual.
P. G. Kulikovskii, *Spravočnik Astronoma-liubitelia*, Moskva, 1953.
Bertil-Anders Lindblad, *Combined visual and radar observations of perseid meteors*, Göteborg, 1956.
E. Lovell, *Meteor Astronomy*, Oxford, 1954.
Georgeta Mariș, *Emisia radio a Soarelui activ*, în *Studii și cercetări de astronomie*, nr. 1, 1971.
Ioan Todoran, *L'importance des minimums secondaires dans l'étude des étoiles variables à éclipses*, în *L'Astronomie*, Janv. 1970.
M. Dumont, A. Figer, *L'observation visuelle des étoiles variables*, în *L'Astronomie*, avril, 1973.
V. V. Fedinskii, *Meteori*, Moskva, 1956.
Corneliu Filoti, *Are clubul nostru o tradiție?* în *Andromeda*, nr. 1, 1967.
Didier Godillon, *Guide de l'Astronome-amateur*, Paris, 1967.
Meyers Handbuch über das Weltall, Mannheim, 1973.
I. Drăgescu, *Fotografia astronomică*, în *Urania*, mai-iulie 1939.
I. Drăgescu, *Luneta astronomică*, în *Urania*, octombrie-noiembrie 1939.
Gh. Stănilă, *Despre anotimpuri*, București, 1959.
Ion Stiger, Anton Budală, Nicu V. Ion, *Radiantul perseidelor în anul 1969*, în *Andromeda*, nr. 1—2, 1970.
L. A. Katasev, *Fotograficeskie metody meteornoi astronomii*, Moskva, 1957.
Gerard P. Kuiper, *Visual observations of Mars — 1956*, în *Astrophysical Journal*, nr. 2, 1957.
E. L. Krinov, *Meteoriti*, Moskva, 1948.
E. L. Krinov, *Nebesnie kamni*, Moskva, 1952.
E. L. Krinov, *Osnovi meteoritiki*, Moskva, 1955.
Andrzej Pacholczyk, *Atlas nieba północnego do obserwacji meteorów 1952*, O. Varşovia, 1956.
Stanley P. Wyatt, Fred L. Whipple, *The Poynting-Robertson effect on meteor orbits*, în *The Astrophysical Journal*, nr. 1. 1950.

- L. S. Hrenov, *Semiznacenie tabliŭ trigonometriceskikh funkŭii*, Moskva, 1956.
- A. P. Iuŝcenko, *Table de azimut pentru latitudini cuprinse între 30°—50°*, București, 1953.
- L. G. Jacchia, Z. Kopal, P. M. Millman, *A photographic study of draconid meteor*, în *Astrophysical Journal*, nr. 1, 1950.
- Ion Corvin Singeorzan, *Asupra determinării de radianți ai curenților meteoritici*, în *Studii și cercetări de astronomie și seismologie*, nr. 2, 1959.
- V. Scurtu, *Determinarea radiantului perseidelor prin metoda hărții stereografice*, în *Gazeta matematică și fizică*, seria A, nr. 10, 1961.
- Ion Corvin Singeorzan, *Determinarea poziției radiantului geminidelor cu ajutorul camerei NAFA 3C/25—C*, în *Studii și cercetări de astronomie și seismologie*, nr. 1, 1962.
- Siegfried Wächter, *Zur Ortsauswahl für eine Station in der Nähe Dresdens*, Dresden, 1964.
- Akademia Nauka S.S.S.R., *Trudi sobeŭčiania po isledovanie merŭanaia zvezd*, Moskva, 1959.
- Cîte stele se văd în Pleiade*, în *Orion*, noiembrie, 1907.
- Victor Anestin, *Fotografierea stelelor din România*, în *Orion*, aprilie-mai, 1912.
- I. S. Astapovici, *Meteorntie iavlenia v atmosfere zemli*, Moskva, 1958.
- Vladimir Boico, *Astroclimatul și observarea sa*, în *Note și observații astronomice*, București, 1959.
- Ion Corvin Singeorzan, Anton Petre Năstase, Iosif Strobach, *Uncle rezultate ale expedițiilor astronomice „Icarus” și „Zodiac” din 1968 în Munții Bucegi*, în *Andromeda*, nr. 1, 1969.
- P. I. Bakulin, *Astronomiceskii kalendar — postoiannaia cast*, Moskva, 1962.
- Vladimir Boico, *Condițiile astronomice de observare a stelelor în munți*, în *Comunicările Academiei R.P.R.*, nr. 3—4, 1952.
- V. A. Bronŭtein, S. V. Orlov, *Instrucția dlia nabliudenii planet i komet*, Moskva, 1948.
- P. A. Cristofor, *Stelele variabile*, Brăila, 1925.
- Prof. dr. doc. Șt. I. Curea, *Observatorul Astronomic*, Timișoara, 1969.

- Victor Daimaca, ... *am ajuns descoperitor de comete!*, în *Andromeda*, nr. 1, 1969.
- André Danjon, André Conder, *Lunettes et télescopes*, Paris, 1935.
- Alexandru Dinescu, *Table pentru rezolvarea triunghiului de poziție*, București, 1958.
- I. Roșetti-Bălănescu, *Despre astronomul amator*, în *Prietenii cerului*, nr. 2, 1924.
- Teodor Roșescu, *Timpul și măsurarea lui*, București, 1964.
- Constantin Drămbă, *Timpul și măsurarea lui*, București, 1952.
- V. V. Șaronov, *Soarele și observarea lui*, București, 1955.
- Donald H. Menzel, M. et F. Egger, *Guide des étoiles et planètes*, Neuchâtel, 1971.
- Sergiu Merlescu, *Fotografia astronomică pentru amatori*, în *Note și observații astronomice*, București, 1959.
- Hari Minti, *Metodă de ratașare la sistemul UBV-standard a observațiilor fotoelectrice executate la Observatorul Astronomic din București*, în *Studii și cercetări de astronomie*, nr. 1, 1971.
- Maria Mozaș, *Vizibilitatea cometei Bennet în funcție de locul de observație*, în *Andromeda*, nr. 1—2, 1970.
- V. P. Tesevici, *Cito i kak nabliudati na nebe*, Moskva, 1950.
- Gheorghe Vass, *Lunetă pentru începători*, în *Andromeda*, nr. 1—2, 1970.
- Ștefania Vlaicu, *Cum ne putem orienta cu ajutorul bolții cerești*, București, 1959.
- Rodica Dinescu, *Nomogramă pentru calculul masei de aer*, în *Studii și cercetări de astronomie*, nr. 2, 1967.
- Jean Dragesco, *La vision dans les instruments astronomiques et l'observation physique des surfaces planétaires*, în *L'Astronomie*, octombrie-novembre-décembre 1969.
- Matei Alexescu, *Cerul, o carte pentru toți*, București, 1974.
- P. I. Popov, *Obsegostupnaia praktičeskaja astronomia*, Moskva, 1953.
- F. F. Pavlov, V. P. Mașkevici, *Trigonometrie sferică*, București, 1954.
- Victor Nadolschi, *Observații astronomice de amatori*, București, 1961.
- Nicolae Ch. Opreșcu, *Curs de fotogrametrie*, București, 1955.
- Ioan Plăcințeanu, *Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici pătrate*, București, 1957.

GLOSAR

ABERAȚIA LUMINII. Deplasare aparentă a poziției unei stele, datorată îmbinării mișcării Pământului cu caracterul finit al vitezei luminii.

ACTIVITATE SOLARĂ. Ansamblul unor fenomene, în general de scurtă durată, produse în Soare: pete solare, erupții cromosferice, protuberanțe, modificări în coroana solară etc. Activitatea solară se intensifică în medie o dată la 11 ani. Intensificarea activității solare influențează o serie de fenomene terestre (auroră polară, transmiterea undelor radio etc.).

AEROLIȚI. Meteorizi pietroși. În compoziția lor intră în principal oxigen, fier, siliciu și magneziu.

AFELIU. Punctul cel mai îndepărtat de Soare al unei orbite (planetare, cometare, asteroidale etc.).

ALBEDO. Intensitatea cu care reflectă lumina solară planetele și asteroizii, după natura și culoarea suprafeței lor și în raport cu alți factori.

AN-LUMINĂ (a.l.). Unitate de măsură cosmică, folosită pentru distanțele intersiderale și intergalactice. Un an-lumină corespunde cu distanța parcursă de lumină, cu viteza de 300 000 km/s, într-un an și reprezintă circa 9 460 500 000 000 km.

ANOMALĂ (coadă). Tip de coadă cometary excepțională, îndreptată, din motive încă neclarificate, spre Soare. Cozile cometare sînt îndreptate, de regulă, în direcția opusă Soarelui.

ANTIAPEX. Punctul opus apexului (vezi).

APEX. Direcția mișcării Soarelui față de stelele apropiate. Punctul opus este antiapexul.

APOGEŪ. Punct al orbitei lunare sau al unui satelit artificial, cînd acestea se află cel mai departe de Pămînt.

ASOCIAȚIE STELARĂ. Grupare locală a unor stele asemănătoare.

ASTEROID (denumit și planetoid, planetă mică). Corp ceresc de mici dimensiuni (de la 800 m diametru la 770 km diametru) care se rotește în jurul Soarelui. Orbitalele celor mai mulți asteroizi se află în centura dintre orbitele lui Marte și Jupiter. Un mic număr de asteroizi, de dimensiuni reduse, au orbite de mare excentricitate și ies în afara acestei zone.

ASTROFIZICĂ. Disciplină care studiază, cu ajutorul metodelor teoretice și experimentale ale fizicii, starea fizică și structura chimică a corpurilor cerești.

ASTROFOTOGRAFIE. Tehnică de cercetare astronomică de mare eficiență, bazată pe îmbinarea fotografiei cu luneta sau telescopul.

ASTROLOGIE (gr. astron „astru” și logos „cuvînt”). Artă prezicerii evenimentelor prin cercetarea astrilor. Apărută încă din perioada preistorică, astrologia — prin metodele ei empirice — a contribuit, în parte, la dezvoltarea astronomiei. Aspectul negativ al astrologiei însă constă în faptul că în previziunile sale absolutizează influența mediului cosmic, ignorînd — în desfășurarea evenimentelor de pe Terra — factorii sociali, ereditari și ai mediului natural apropiat.

ASTROMETRIE. Disciplină care se ocupă cu metodele astronomice de măsurare, pentru determinarea precisă a pozițiilor astrilor, a distanțelor unghiulare dintre ele etc. Astrometria se împarte în:

- a) astronomia de poziție (astronomia sferică);
- b) astronomia practică.

Din astronomia practică fac parte capitolele speciale ale astronomiei nautice: maritimă și aeriană.

ASTRONOMIE (gr. astron „astru“ și nomos „lege“). Știința care studiază structura și evoluția astrilor, a sistemelor cosmice și a Universului. Principalele ramuri ale astronomiei sînt:

1. Astrometria
2. Mecanica cerească
3. Astronomia stelară
4. Astrofizica
5. Cosmogonia
6. Cosmologia.

AURORA POLARĂ. Fenomen luminos observat în zonele polare ale Pămîntului, datorat ionizării și implicit luminiscenței păturilor superioare ale atmosferei, în urmă deșrierii corpușulelor încărcate electric, provenite de la Soare, în cîmpul magnetic al Terrei, spre zonele polare, unde produc acest efect.

BOLID. Meteor (vezi) de o strălucire excepțională.

CAPUL COMETEI. Nucleul și coama cometei.

CENTRE DE ACTIVITATE (ale Soarelui). Grupuri de formațiuni cuprinzînd pete solare, facule, protuberanțe, erupții cromosferice, caracteristice pentru intensificarea activității solare. Au cîmpuri magnetice proprii și emit jeturi corpușulare, radiații ultraviolete, unde electromagnetice.

CENTURI DE RADIAȚII (denumite și centuri van Allen). Centuri descoperite în jurul Pămîntului datorită astronauticii, alcătuite mai ales din protoni și electroni, particule captate de cîmpul magnetic terestru.

CIRCURI. Munți cu aspect inelar, descoperiți pe Lună, Marte, sateliții marțieni. Sînt probabil caracteristici tuturor planetelor și sateliților planetari cu atmosferă rară. Generați în principal de impactul meteoriților.

COAMA COMETEI. Porțiune a capului cometei, desfășurată în jurul nucleului cometar. Caracterizată prin extrema rarefiere a materiei.

COMETĂ. Corp ceresc al sistemului solar cu o masă foarte mică, concentrată mai ales în nucleu, alcătuit din blocuri de gheață și corpi meteorice. În porțiunea de orbită din apropierea Soarelui, poate ajunge la un volum și o strălucire considerabile, datorită substanțelor care se degajă din nucleu.

CONJUNCȚIE. Poziția unei planete care are aceeași ascensie dreaptă și aceeași longitudine ca și Soarele. O planetă inferioară este în conjuncție inferioară cînd se găsește între Soare și Pămînt și în conjuncție superioară cînd se află în partea cealaltă a Soarelui.

CONSTANTA SOLARĂ. Cantitatea totală de energie pe care o primește în timp de 1 minut o suprafață de 1 cm², dispusă perpendicular pe razele Soarelui la limita atmosferei terestre, pentru distanța medie de la Pămînt la Soare. Numeroasele observații au dat următoarea valoare a constantei solare: $E_0 = 1,99 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$.

CONSTELAȚIE. Grup de stele care apar apropiate pe bolta cerească. Are un caracter convențional, pentru ușurarea observațiilor. Numele constelațiilor provin de la eroi mitologici, animale sau obiecte.

CONTINENTE (lunare). Zone relativ deschise la culoare ale suprafeței lunii, cu relief agitat.

COROANA SOLARĂ. Stratul cel mai exterior și cel mai vast al „atmosferei” solare.

CORP METEORIC. Corp ceresc de mici dimensiuni (cînd acestea sînt foarte mici, se numește micrometeorit), care parcurge spațiul interplanetar fie în cadrul curenților meteorici, fie ca un corp izolat („sporadic”).

COSMOGONIE. Disciplină care se ocupă de problemele formării și evoluției corpurilor cerești și a tuturor formațiunilor cosmice.

COSMOLOGIE. Disciplină care studiază structura Universului în ansamblul său și legile sale. Se ocupă, între altele, de modelele Universului.

CREPUSCUL ASTRONOMIC. Intervalul de timp dintre apusul sau răsăritul astronomic al Soarelui și momentul în care Soarele se află la unghiul de 18° sub orizontul locului. Observațiile astronomice „în crepuscul” sînt observațiile efectuate în această perioadă, care depinde de latitudinea locului și este dată în tabele speciale. Intervalul de timp dintre crepusculul astronomic de seară și cel de dimineață se consideră interval de noapte astronomică în care se execută, de obicei, observații cu eficiență maximă.

CREPUSCUL CIVIL. Intervalul de timp dintre apusul sau răsăritul astronomic al Soarelui și momentul în care Soarele se află la 6° sub orizontul locului. În aceste intervale, deși Soarele nu se mai află deasupra orizontului locului, datorită difuziei luminii solare prin atmosferă încă nu este întuneric complet. Crepusculul civil (de seară sau de dimineață) se află din tabele speciale date în anuarele astronomice. La stabilirea stării de întunecime la un moment dat, pe lângă crepusculul civil, se are în vedere faza lunii, precum și condițiile meteorologice.

CROMOSFERA SOLARĂ. Strat al „atmosferei“ solare intermediar între fotosferă și coroană.

CRUSTĂ DE TOPIRE. Crustă de culoare închisă, la suprafața unor meteoriți, produsă prin încălzirea datorată frecării cu aerul.

CULMINAȚIE. Momentul în care un astru trece pe la meridianul punctului de observație.

CURRENT METEORIC. Aglomerare de corpuri meteorice care se rotesc în jurul Soarelui pe o orbită bine determinată.

DESCHIDERE. Diametrul obiectivului sau al oglinzii care primește lumina pentru a forma imaginea, într-un telescop sau într-o lunetă.

ECHINOX. Corespunde intersecției eclipticii cu ecuatorul ceresc. Echinoxul de primăvară este punctul la care se află Soarele aproximativ la 21 martie, iar echinoxul de toamnă, la 23 septembrie. La echinox ziua este egală cu noaptea.

ECLIPSĂ. Umbrirea unui corp ceresc de către un altul care trece prin fața sa, în raport cu observatorul aflat pe Pământ. În cazul eclipselor de Lună, Pământul, aflat între Soare și aceasta, face ca umbra terestră să învăluie discul lunar. În cazul eclipselor de Soare interpunerea Lunii între Pământ și astrul zilei face ca discul luminos al acestuia din urmă să devină, total sau parțial, invizibil de pe Terra.

ECLIPTICĂ. Planul în care Pământul se rotește în jurul Soarelui, corespunzând cu traiectoria aparentă (pe boltă) a Soarelui.

ECUAȚIA TIMPULUI. Diferența (variabilă) dintre ora mijlocie și ora adevărată, corespunzătoare Soarelui mijlociu și, respectiv, Soarelui adevărat. Timpul solar mijlociu — Timpul solar adevărat

(obținut prin observații) + ecuația timpului (dată pentru fiecare zi în anuarele astronomice). Ecuația timpului maximă este de $\pm 17m$.

EFEMERIDE. Tabele astronomice prin care sînt prevăzute pozițiile viitoare ale Soarelui, planetelor, asteroizilor, cometelor pe boltă.

ELIPSĂ (în sensul de orbită eliptică planetară). Orbită ovală a unei planete în jurul Soarelui, acesta ocupînd unul dintre cele două focare.

ENIGMA KEPLERIANĂ. Ipoteza lui Kepler cu privire la existența unui corp ceresc între orbitele lui Marte și Jupiter. Acolo a fost descoperită, în secolul al XIX-lea, centura asteroizilor.

ERUPȚII CROMOSFERICE. Explozii solare, pare-se datorate unor procese nucleare, surse puternice de unde electromagnetice, radiații ultraviolete și emisiuni corpusculare (incluzînd particule de mare energie).

EXCENTRICITATE. Gradul de turtire (alungire) al unei elipse.

FACULĂ. Formațiune a fotosferei cu aspect de fulgi, vinișoare sau pete amorfe, cu o viață mai îndelungată decît granulele (vezi).

FAETON. Numele dat unei ipotetice planete din care ar fi luat naștere, printr-un proces exploziv, asteroizii.

FAZĂ. Gradul de iluminare de către Soare a unor corpuri cerești fără lumină proprie („fazele Lunii“, „fazele planetei Venus“ etc.).

FIGURILE LUI WIDMANSTÄTTEN. Desen complicat, ce apare în cazul șlefuirii suprafeței de ruptură a unui meteorit feros, cînd se varsă pe ea acid azotic.

FLOCULĂ. Formațiune fotosferică cu aspectul unor norișori, cu o viață mai îndelungată decît granulele (vezi).

FOTOSFERA SOARELUI (textual „sfera de lumină“). Strat al „atmosferaei“ solare aflat între „globul“ solar și cromosferă. De aici provine cea mai mare parte a luminii solare. Fotosfera este considerată adesea ca reprezentînd „suprafața“ Soarelui, ceea ce nu este riguros exact, deoarece Soarele este în întregime un corp gazos.

GALAXIA NOASTRĂ (sau Sistemul nostru galactic). Sistem stelar vast, corespunzînd Căii Lactee, din care face parte și sistemul nostru solar, apreciat la circa 150 miliarde mase solare.

GALAXIE. Sistem stelar vast, analog Galaxiei noastre. Există diferite tipuri de galaxii.

GEGENSCHHEIN (CONTRALUMINA). Mai slab decît lumina zodiacală, Gegenscheinul apare ca o pată de lumină, aproximativ eliptică, avînd de cîteva ori diametrul aparent al Lunii pline, totdeauna în partea opusă Soarelui. Pare să fie vorba de lumină solară reflectată de pulberi cosmice.

GRANULAȚIE. Denumire dată structurii fotosferei, caracterizată prin granule, produse probabil prin convecție.

GRANULĂ. Formațiune a fotosferei solare, mai luminoasă și mai fierbinte decît restul acestui strat. Este o masă de gaze cu o existență de doar cîteva minute. Granulele sînt foarte numeroase (circa 2,5 milioane).

HOROSCOPI. Reprezentarea poziției pe sfera cerească a unor aștri la un anumit moment. În general horoscoapele serveau ca element de bază pentru interpretare în scopuri astrologice.

KEPLER (Legile lui). Privesc mișcarea a două corpuri cu mase suficient de diferite unul față de celălalt. Kepler le-a stabilit pentru mișcarea planetelor în jurul Soarelui.

Legea întâi: Toate planetele se mișcă pe elipse, avînd Soarele în unul din focare (același pentru toate planetele).

Legea a doua: Raza vectoare a planetei descrie în timpuri egale arii egale.

Legea a treia: Pătratele perioadelor de revoluție siderale ale planetelor în jurul Soarelui sînt proporționale cu cuburile semiaxelor mari ale orbitelor lor.

LATITUDINEA LOCULUI DE OBSERVAȚIE. Înălțimea (în grade) a polului Lunii deasupra orizontului.

LIBRAȚIE. O oscilație a Lunii în toate sensurile, datorită unor multiple inegalități în mersul ei, faptului că planul orbitei de revoluție al Lunii nu se confundă cu planul de revoluție al Terrei, înclinării axei lunare față de orbită etc. Librația face ca noi să vedem de pe Pămînt nu 50% ci 59% din suprafața lunară.

LUCEAFĂRUL. Denumire populară a planetei Venus.

LUMINĂ CENUȘIE. Strălucire foarte slabă a zonei lunare neluminate de Soare, datorită în principal reflectării luminii Terrei.

LUMINĂ ZODIACALĂ. Lumină vizibilă noaptea pe cer în regiunile tropicale, în formă de con, datorită iluminării de către Soare a pulberii cosmice din planul eclipticii.

LUNETĂ (sau refractor). Instrument de observație al cărui obiectiv este constituit dintr-o lentilă sau un sistem de lentile.

MAGNETOSFERĂ. Zona de influență a câmpului magnetic terestru, care se extinde pînă la 10—20 raze pămîntești.

MAGNITUDINE. Mărimă caracterizînd strălucirea unui corp ceresc. O diferență de magnitudine de o unitate corespunde unui raport de strălucire de 2,512. Stelele cele mai strălucitoare au magnitudini de 1,0 și chiar negative. Cele mai slabe străluciri stelare vizibile cu ochiul liber corespund magnitudinii 6.

MĂRI (lunare). Zone întunecate și relativ plane ale suprafeței Lunii.

MERIDIANA LOCULUI. Dreapta de intersecție a planului meridian cu planul orizontului. Ea este orientată cu direcția N—S.

MERIDIAN CERESC. Cercul mare al Sferei cerești care trece prin zenit și prin pol.

METEOR (popular: stea căzătoare). Fenomenul luminos produs atunci cînd în atmosfera terestră pătrunde un corp meteoric, care este înfierbîntat pînă la incandescență de frecarea cu aerul.

METEORIT. Fragmentul care rămîne dintr-un corp meteoric, venit din spațiul cosmic, după străbaterea atmosferei. Reprezintă restul corpului meteoric, ajuns pe Pămînt.

MIȘCARE DIURNĂ. Mișcare aparentă și uniformă a stelelor de la Est la Vest, datorită rotației Pămîntului de la Vest la Est.

NADIR. Punctul de intersecție al sferei cerești cu prelungirea în jos a verticalei locului.

NEBULOASĂ GALACTICĂ DIFUZĂ (prescurtat gn). Nor de formă neregulată în gaz luminescent și pulberi. Strălucirea sa se datorește unei stele apropiate, luminoase și fierbinți.

NEBULOASĂ ÎNTUNECATĂ. Nor de pulberi și de gaze care formează un fond întunecat pe briul sclipitor al Căii Lactee (de ex. nebuloasa „Capul de cal“).

NEBULOASĂ PLANETARĂ (prescartat pn). Masă gazoasă luminescentă, de formă elipsoidală sau sferică, reprezentând uneori restul unei nove.

NGC. Aceste inițiale preced numerele obiectelor cosmice înregistrate într-un cunoscut catalog de nebuloase și îngrămădiri stelare (1888—Dreyer).

NODURI. Puncte unde orbita unei planete întâlnește ecliptica. Există un nod ascendent și altul descendent.

NORUL DE COMETE. Orbitalele unor comete ajung pînă la distanțe mult mai îndepărtate de Soare decît ultima planetă cunoscută, Pluton, astfel încît sistemul planetelor este, în concepția modernă, cuprins într-un uriaș nor de comete. Limita norului de comete: cca. 150 mii unități astronomice (vezi) de Soare.

NOVĂ. Stea explozivă, a cărei strălucire crește brusc pe boltă.

NUTAȚIE. Mișcări giratorii descrise de axa de rotație a Pămîntului, care se suprapun precesiei, sub forma unor mici oscilații periodice.

OBIECTIV. Element al unei lunete sau al unui telescop care colectează lumina.

OCULAR. Lentilă sau combinație de lentile care mărește imaginea pe care o colectează obiectivul.

OCULTAȚIE. Mascarea unui corp ceresc care apare pe boltă de mici dimensiuni, de către un corp ceresc cu mult mai mare (de ex.: ocultația unei stele de către Lună, sau a unui satelit saturnian de către Saturn).

OPOZIȚIE. Poziție în care o planetă are o longitudine diferind cu 180° de aceea a Soarelui.

ORA LEGALĂ A FUSULUI. Timpul civil al meridianului mijlociu al fusului, ținînd seama de faptul că globul terestru a fost împărțit, prin convenție, în 24 fuse orare.

Timpul legal (t. l.) = Timp universal (T.U.) $\pm$ numărul fusului.

ORBITĂ. Curbă închisă parcursă de un corp ceresc care se mișcă în jurul unui alt corp ceresc.

ORIZONT. Cerc mare al sferei cerești, perpendicular pe verticala locului (vezi).

PARALAXĂ. 1. Deplasarea poziției aparente a unei stele, datorită revoluției anuale a Pământului în jurul Soarelui. 2. Depărtarea unei stele față de Pământ.

PARSEC (pc.) Unitate de măsură cosmică folosită pentru distanțele intersiderale și intergalactice. Un parsec corespunde cu 206 265 Unități astronomice (vezi) sau 3,2633 ani-lumină (vezi), adică 30 857 000 000 000 km.

PASAJ. Trecerea unui corp ceresc mic în fața unui corp ceresc mult mai mare (trecerea lui Mercur în fața Soarelui sau a unui satelit jovian în fața lui Jupiter).

PATĂ ROȘIE. Formațiune mobilă, ovală, observată de secole în atmosfera planetei Jupiter, a cărei natură nu a fost încă clarificată. Actualmente cu dimensiunile de 40 000 km $\times$ 13 000 km.

PATĂ SOLARĂ. Zonă mai întunecată vizibilă pe fotosfera Soarelui. Petele apar izolat sau în grupuri și prezintă intensificări o dată la 11 ani (ciclul petelor solare).

PERIGEU. Punct al orbitei Lunii sau al unui satelit artificial al Pământului, unde acest corp ceresc, respectiv obiect, este cel mai apropiat de Pământ.

PERIHELIU. Punctul unei orbite (planetare, cometare, asteroidale etc.) cel mai apropiat de Soare.

PERTURBAȚIE AUSTRALĂ. Formațiune din atmosfera planetei Jupiter, cu o viteză mai mare decât pata roșie (vezi).

PERTURBAȚIE. Mică modificare în orbita unui corp ceresc care se rotește în jurul unui alt corp ceresc, produsă de influența altui sau altor corpuri cerești.

PIEZOGLIPT (vezi regmaglipti).

PIELEA DE ELEFANT. Formațiune tipică, cu aspect scortos, de pe suprafața planetei Marte, descoperită în 1971—1972 prin astrofotografii astronautice.

PITICĂ ALBĂ. Stea cu un volum mic, dar o densitate foarte mare și o temperatură ridicată.

PLANETĂ. Corp ceresc de o formă apropiată unei sfere, lipsit de lumină proprie, care se rotește în jurul Soarelui. Cele nouă planete

cunoscute ale sistemului nostru solar: Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Pluton.

PLANETA X. Denumire dată planetei ipotetice aflate dincolo de planeta Pluton, ultima cunoscută. Altă denumire: „Transpluton“.

PORI. Mici adâncituri în formă de ceașcă la suprafața Lunii.

PRECESIA ECHINOXIILOR. Mișcare prin care axa de rotație a Pământului își schimbă lent direcția, păstrînd însă aceeași înclinație față de ecliptică. Durata unui tur complet este de 26 mii ani.

PROTUBERANȚĂ. Jet de substanță, de forme foarte diferite (evantaie, șuvoaie, bolți, jerbe etc.), care se ridică deasupra suprafeței solare pînă la înălțimi considerabile. Se deosebesc protuberanțe erup-tive, metamorfice și electromagnetice.

PUNCTE ECHINOXIALE sau punctele echinoxilor. Punctele de intersecție ale eclipticii cu ecuatorul ceresc: în punctul vernal — care se notează cu semnul γ al constelației Berbecul — se află Soarele la începutul primăverii, iar în punctul autumnal — care se notează uneori cu semnul Ω al constelației Balanța — se află Soarele la începutul toamnei.

PUNCT VERNAL. Vezi **PUNCTE ECHINOXIALE**.

RADIANT (sau punct radiant). Punctul de pe bolta cerească din care par să „izvorască“ meteorii („stelele căzătoare“) ale unei ploi meteorice.

RADIOASTRONOMIE. Disciplină astronomică modernă, care studiază undele hertziene ce provin din spațiul cosmic. Utilizează ca instrument de bază radiotelescopul.

RAZE (lunare). Benzi luminoase, care pleacă radial de la o serie de circuri lunare.

REGMAGLIPT (sau piezoglipti). Adâncitură săpată de aer la suprafața meteoritilor, în cursul trecerii prin atmosferă.

REGOLIT. Denumire dată solului lunar.

REVOLUȚIE (în sens astronomic). Mișcarea unui corp ceresc în jurul unui alt corp ceresc (de ex. revoluția planetei Saturn în jurul Soarelui).

ROTAȚIE. Mișcarea unui corp în jurul axei sale de rotație.

TELESCOP (sau reflector). Instrument de observație al cărui obiectiv este constituit de o oglindă.

TERMINATOR. Linie de demarcație între zona luminată de Soare și zona aflată în umbră a Lunii sau a unei planete.

TURTIRE. Fenomen datorit rotației planetei în jurul propriei axe. Este cu atât mai accentuat, cu cât rotația este mai rapidă.

SATELIT. Corp ceresc, natural sau artificial, care parcurge o orbită în jurul altui corp ceresc. Luna este satelitul natural al Pământului.

SENS ASTRONOMIC DIRECT. Sensul invers al mișcării acelor unui ceasornic, sau, sensul contrar al rotației diurne aparente a bolții cerești. În sensul astronomic direct se măsoară ascensia dreaptă a unui astru.

SENS ASTRONOMIC RETROGRAD. Sensul de mișcare al acelor unui ceasornic, sau, sensul rotației diurne aparente a bolții cerești. În sensul astronomic retrograd — în planul orizontului locului — se măsoară azimutul astronomic; de asemenea, tot în sens retrograd — în planul ecuatorului ceresc — se măsoară unghiul orar al unui astru.

SIDERIT. Meteorit feros. În compoziția lui intră în principal fier și nichel.

SIDEROLIT. Meteorit cu o compoziție intermediară între siderit (vezi) și aerolit (vezi).

SISTEMUL SOLAR (sau planetar). Sistem avînd Soarele în centru, în jurul căruia se rotesc 9 planete, unele cu sateliți, de asemenea asteroizi, comete și curenți meteorici. Descoperirea de planete și în jurul altor stele decît Soarele (de ex. steaua Barnard) a dovedit că sistemul nostru solar nu este unicul din Univers.

SOARE. Steaua care constituie astrul central al sistemului nostru solar (sau planetar). Prin extensiune, se folosește ca sinonim pentru stea („sorii” din Galaxia noastră).

SOLSTIȚIU. Momentul cînd Soarele atinge cea mai mare declinație boreală (solstițiu de vară), respectiv australă (solstițiu de iarnă). Pentru observatorul de pe Pămînt, la solstiții Soarele atinge la amiază înălțimea cea mai mare, respectiv cea mai mică deasupra orizontului (21 iunie și 21 decembrie, cu mici variații).

SPECTRŪ. Descompunerea luminii, după culoare sau după lungimea de undă, cu ajutorul prisme sau altui mijloc adecvat.

SPICULI. Formațiuni cu aspect de țepi care se ridică continuu din cromosferă, dînd marginii ei exterioare un aspect de „perie”.

STEA. Masă gazoasă incandescentă de formă sferică, în stare de plasmă, avînd dimensiuni considerabile.

STEA CĂZĂTOARE. Sinonim cu „meteor“ (vezi).

STEA MULTIPLĂ (dublă, triplă, etc.). Sistem alcătuit din mai multe stele, legate gravitațional între ele.

STEAUA PĂSTORULUI. Denumire populară a planetei Venus.

STEA VARIABILĂ. Stea a cărei strălucire cunoaște variații, adesea periodice.

STRAT INVERSANT. Pătură subțire, între fotosferă și atmosferă, care absoarbe o parte din radiația fotosferei, dispersînd-o în toate direcțiile. În timpul eclipselor solare, produce „spectrul falger“, în care liniile luminoase corespund liniilor întinse Fraunhofer, ale spectrului solar curent, ca în negativul unei fotografii față de copia pozitivă (de aceea denumirea).

TIMP LEGAL ROMÂN (t.l.r.). Timpul universal (adică timpul primului meridian; care trece prin localitatea Greenwich) la care se adaugă 2 ore, România fiind situată în fusul al 2-lea orar.

t.l.r. = T.U. + 2h.

TIMP SOLAR ADEVĂRAT. Unghiul orar al centrului Soarelui.

TIMP SOLAR MIJLOCIU. Unghiul orar al Soarelui mijlociu. Prin Soare mijlociu se înțelege un astru fictiv care se deplasează pe ecuatorul cereș cu o mișcare uniformă. Soarele adevărat, spre deosebire de Soarele mijlociu, se mișcă pe ecliptică și nu pe un cerc paralel cu ecuatorul. Mișcarea adevărată a Soarelui nu este uniformă, ci mai rapidă iarna.

TIMP CIVIL. Timpul solar mijlociu la care se adună 12 ore. Ziua civilă începe la miezul nopții.

TIMPUL EFEMERIDELOR (T.E.). Timpul universal, la care se adună o corecție (ΔT), stabilită pe baza observării Lunii și a planetelor. Timpul efemeridelor (introdus de la 1 ianuarie 1960), este un timp mai precis decît timpul solar, considerînd ca orologiu întregul sistem solar. Corecția ΔT este dată de anuarele astronomice pentru anul în curs. De exemplu: $\Delta T_{1973} = 42^s,0$. Timpul efemeridelor se obține deci cu formula: $T.E. = T.U. + \Delta T$.

TIMP SIDERAL. Unghiul orar al punctului vernal.

TIMP UNIVERSAL (T.U.). Timpul primului meridian (Greenwich).

TROIENI. Grup de asteroizi captați de Jupiter, care se rotesc în jurul Soarelui pe aceeași orbită ca și această planetă.

UNGHI ORAR al unei stele. Unghiul format între planul meridian și planul cercului orar al stelei. Se mai poate exprima prin arcul ecuatorului ceresc de la meridianul sud pînă la cercul de declinație al astrului. Se măsoară în sensul mișcării diurne (sensul retrograd), adică spre vest, de la 0° la 360° . El se consideră ca o mărime proporțională cu timpul.

UNITATE ASTRONOMICĂ (U.A.). Unitate de măsură folosită pentru exprimarea distanțelor din cadrul sistemului nostru solar. 1 U.A. reprezintă distanța dintre Soare și Pămînt, adică semiaxa orbitei terestre = 149,6 milioane km.

UNIUNEA ASTRONOMICĂ INTERNAȚIONALĂ (U.A.I.). Uniune internațională a astronomilor și a societăților de astronomie, care ține o dată la trei ani o adunare generală, la care sînt consemnate progresele realizate. Cel mai înalt for astronomic.

URANIA. Muza astronomiei și, a geometriei, reprezentată cu un compas și un glob.

VERTICALA LOCULUI. Direcția firului cu plumb într-un anumit loc.

VÎNT SOLAR. Curent de particule emanat de Soare și care se răspîndește în spațiul interplanetar. În concepția modernă este uneori considerat ca reprezentînd expansiunea coroanei solare.

VULCAN. Denumire dată ipoteticei planete aflate mai aproape de Soare decît Mercur, a cărei existență este considerată astăzi foarte improbabilă.

ZENIT. Punctul de intersecție al sferei cerești cu prelungirea în sus a verticalei locului. Este punctul aflat exact, vertical deasupra observatorului. Punctul opus este Nadirul (vezi).

ZIUA SIDERALĂ. Timpul scurs între două culminații superioare consecutive ale punctului vernal.

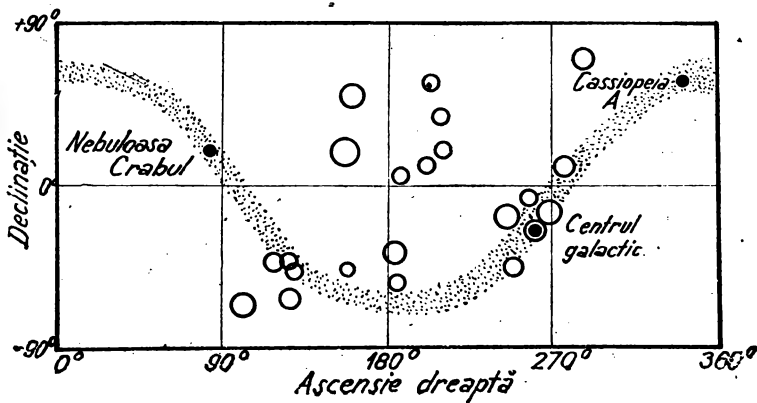
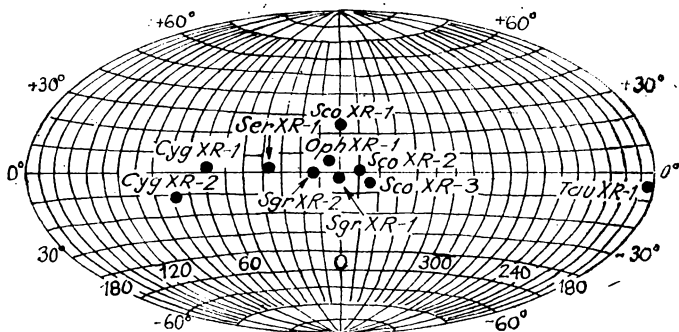
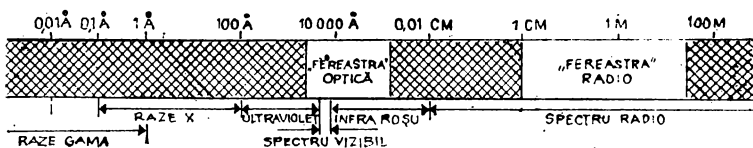
ZIUA SOLARĂ ADEVĂRATĂ. Timpul scurs între două culminații superioare consecutive ale Soarelui. Începe în momentul culminației superioare a Soarelui, deci la miezul zilei.

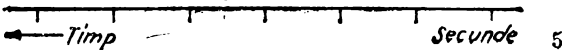
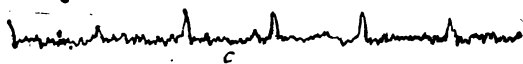
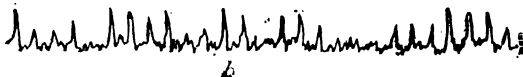
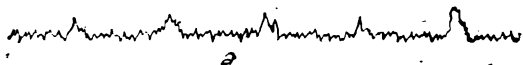
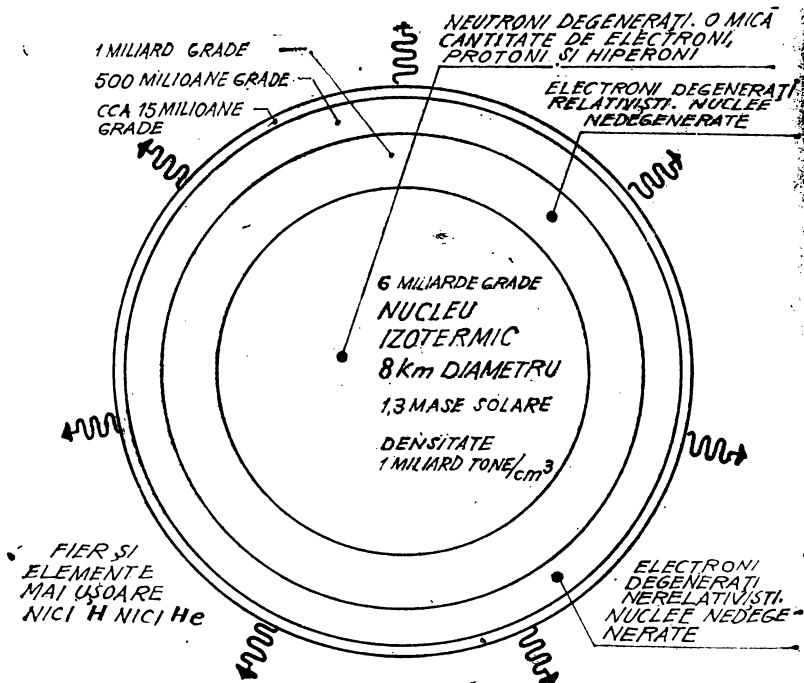
ZIUA SOLARĂ MIJLOCIE. Intervalul dintre două treceri consecutive ale Soarelui mijlociu la meridianul locului.

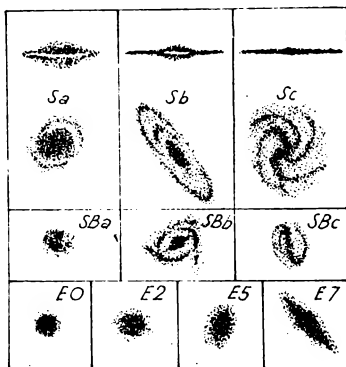
ZIDUL DREPT. Formațiune muntoasă tipică de pe suprafața lunară, în apusul Mării Norilor.

ZODIAC. Ansamblul celor douăsprezece constelații situate pe boltă de-a lungul eclipticii (vezi).

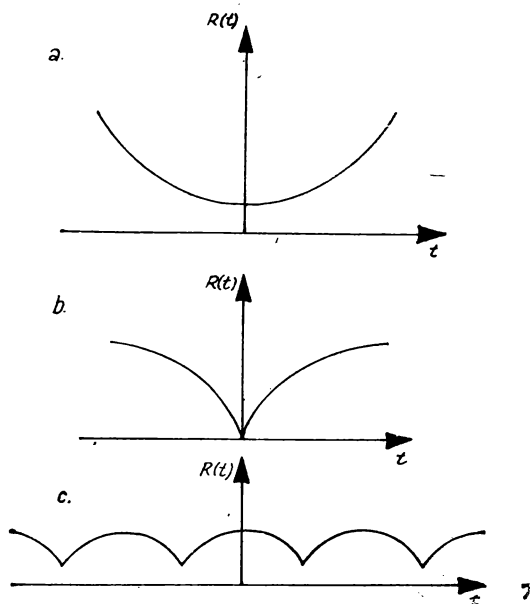
ILUSTRĂȚII



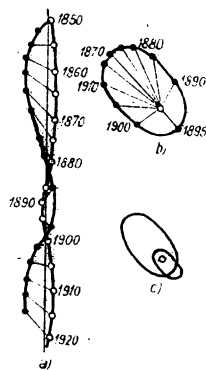




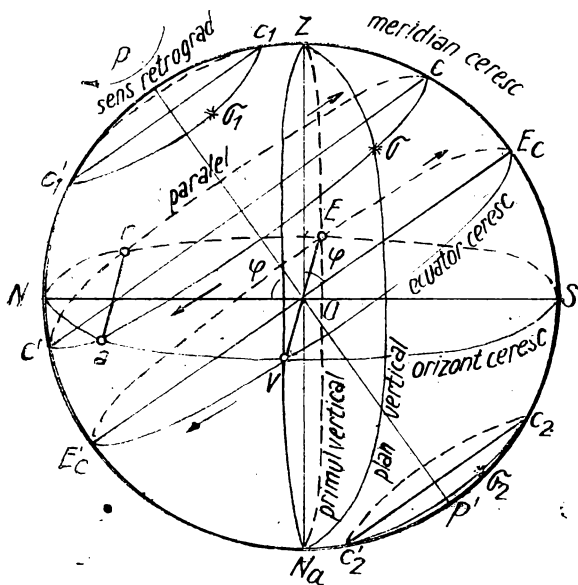
6



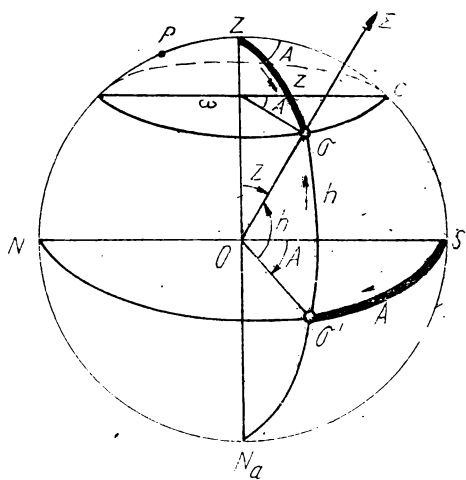
7



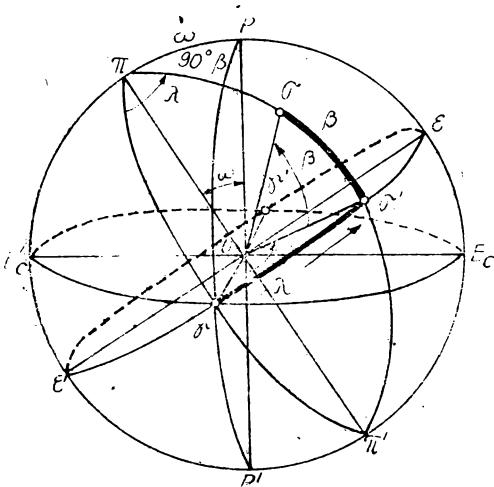
8



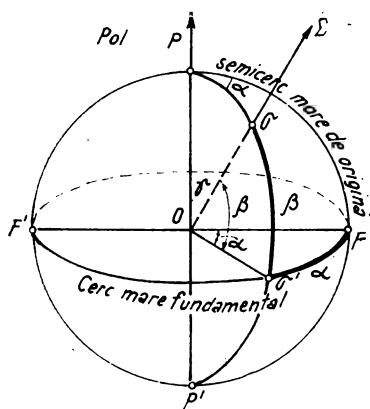
9



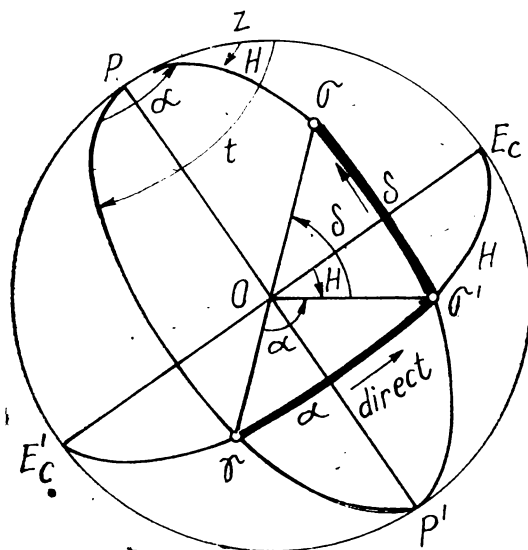
10



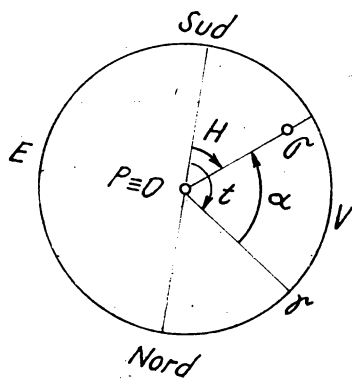
11



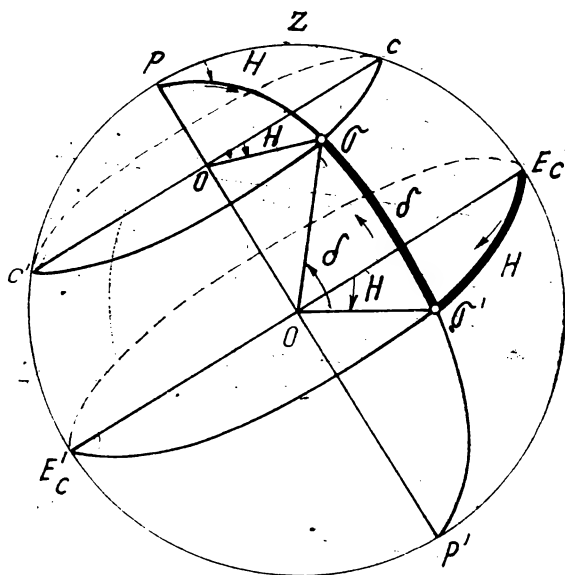
12



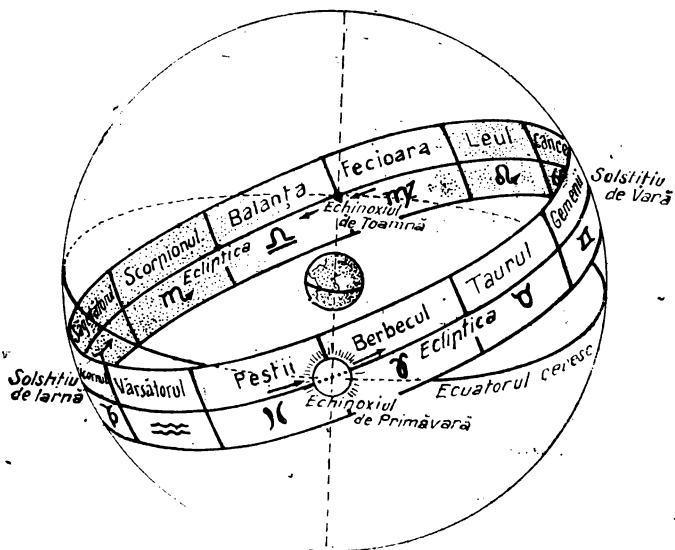
13



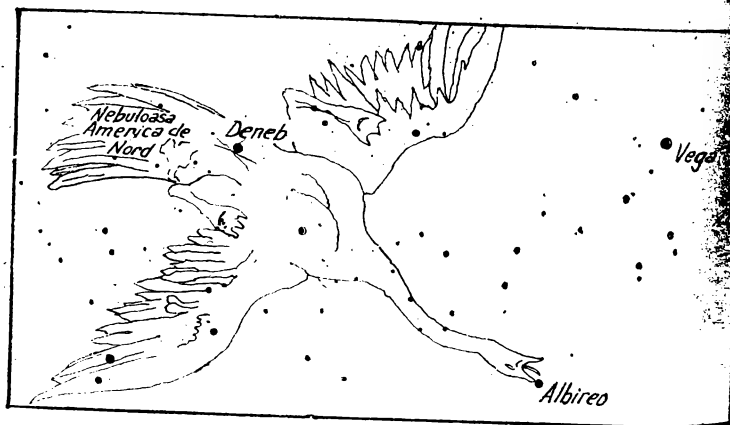
14



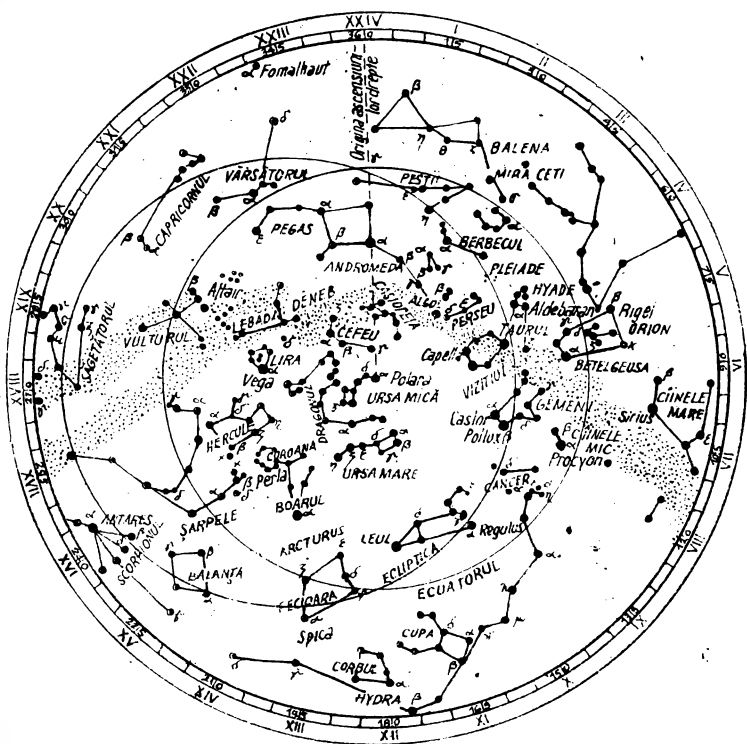
15

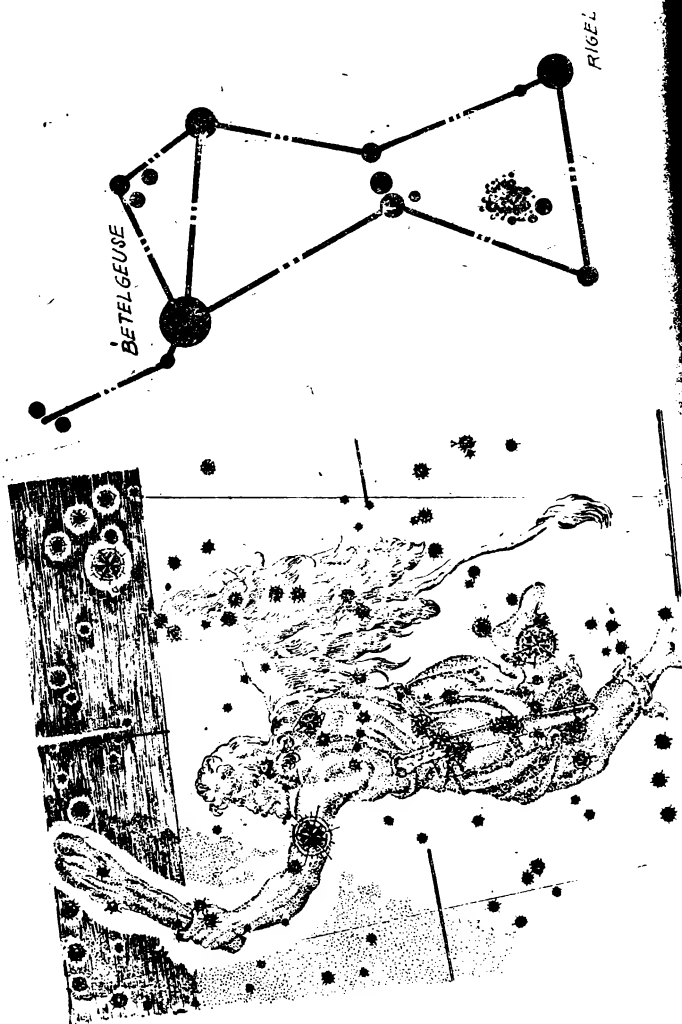


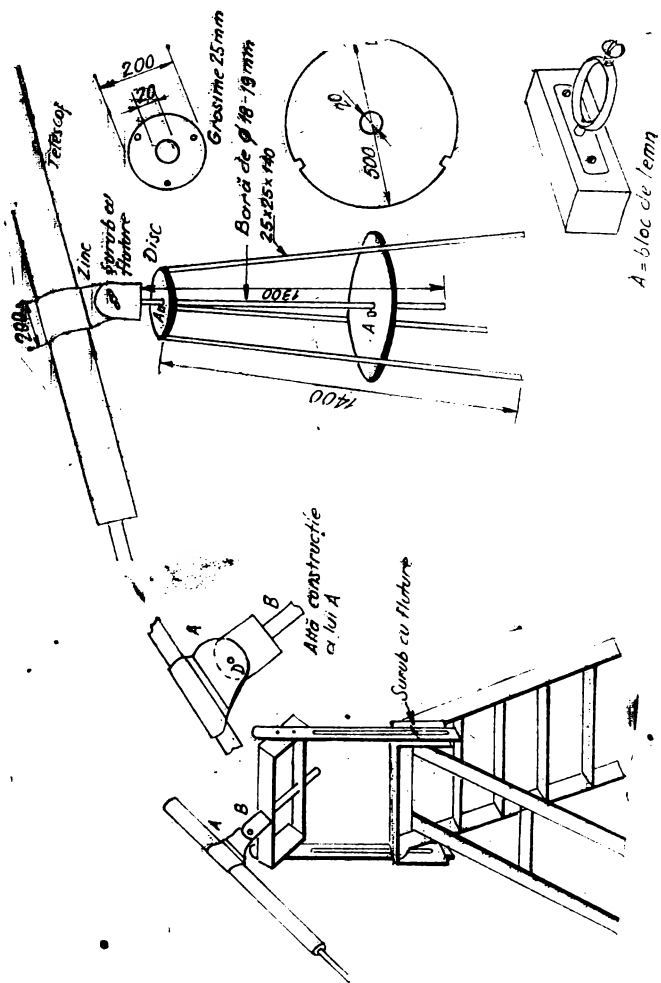
16

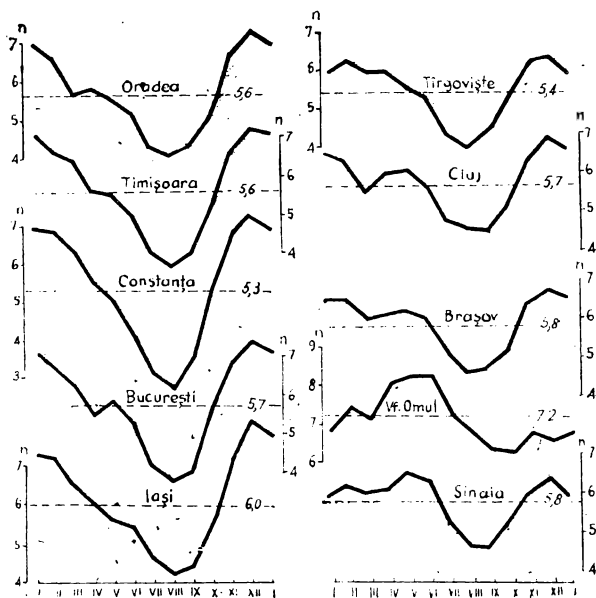


17

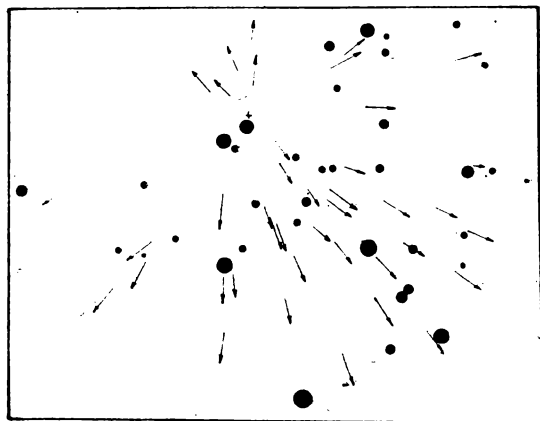




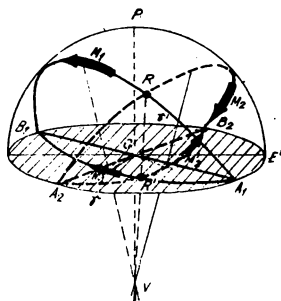




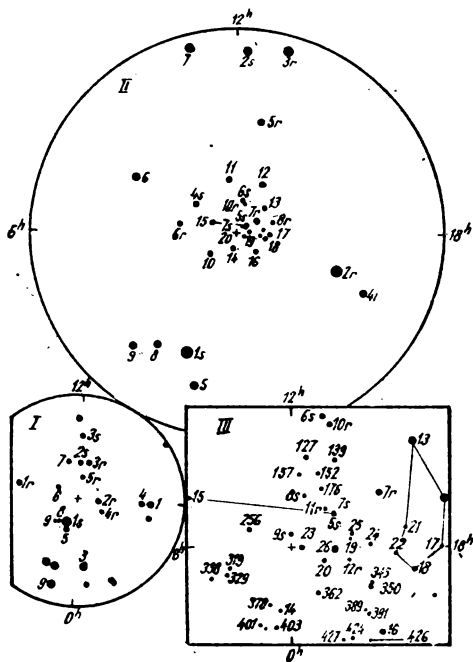
22



23



24



25

TABLA ILUSTRĂȚILOR.

1. Spectrul undelor electromagnetice cu „fereastră“ optică și „fereastră“ radio.

2. Primele zece surse de raze X cosmice și dispunerea lor în Galaxie.

3. Cele 22 surse cosmice „gamma“ observate prin intermediul satelitului artificial Explorer XI. Diametrele cercurilor sînt proporționale cu puterea surselor observate. Regiunea punctată reprezintă planul galactic. După Kraushar și Clark.

4. Structura probabilă a unei stele neutronice.

5. Înregistrări ale pulsarilor CP 0834 (a), CP 0950 (b) și CP 1133 (c).

6. Principalele tipuri de galaxii.

7. Modificarea razei de curbură R în raport cu timpul, precum și modificarea distanțelor (deformarea spațiului), în modelele ipotetice de univers cu timp infinit.

8. Mișcarea cuplului de stele Sirius A și Sirius B. Satelitul lui Sirius, adică steaua Sirius B, a fost descoperit prin mișcarea „ondu-lată“ a lui Sirius A (a); mult timp Sirius B a rămas invizibil astron-omilor datorită tehnicii de observație insuficientă. (b) — mișcarea lui Sirius B în jurul lui Sirius A, rezultat al observațiilor. (c) — miș-carea reală a cuplului de stele în jurul centrului comun de greutate.

9. Puncte, direcții și plane principale pe sfera cerească.

10. Coordonatele orizontale (azimutale sau zenitale) ale punctului σ de pe sfera cerească: azimutul A și distanța zenitală z . Se observă

din figură că înălțimea h deasupra orizontului este egală în valoare cu $90^\circ - z$.

11. Coordonatele ecliptice ale unei stele σ se consideră în raport cu ecliptica $\gamma \varepsilon \gamma' \varepsilon'$. Polii eclipticii se află în π și π' .

12. Elementele fundamentale ale unui sistem de coordonate unghiular pe sfera cerească. Poziția stelei σ se obține cu ajutorul a două coordonate: α și β .

13. Sistemul de coordonate ecuatoriale.

14. Din figură se poate stabili relația, foarte importantă în practica astronomică, care definește *timpul sidereal local* notat cu litera t : timpul sidereal local = ascensia dreaptă a stelei σ + unghiul orar H , adică formula: $t = \alpha + H$.

15. În sistemul de coordonate orare, spre deosebire de coordonatele ecuatoriale, ascensia dreaptă este înlocuită cu *unghiul orar H* .

16. Zodiacul cu semnele sale.

17. Constelația Lebedă. Este probabil ca în preistorie lebedă, ca și alte viețuitoare, să fi fost un totem care, ulterior, — datorită nevoii de orientare pe teren, în legătură cu vânătoarea — a fost imaginat pe bolta înstelată. În acest fel, se pare, s-au născut multe constelații. În figură sînt arătate pozițiile stelelor Deneb, Albireo și Vega (din constelația Lira), precum și poziția cunoscutei nebuloase „America de Nord” numită astfel după forma ei.

18. Sumară hartă a constelațiilor vizibile din emisfera nordică a Pămîntului.

19. Constelația Orion, cea mai frumoasă de pe firmament. Originea numelui ei este legată de una dintre legendele Olimpului.

20. Luneta astronomică. Schemele de construcție descrise în text.

21. Stative pentru luneta astronomică descrisă în text.

22. Variația anuală a nebulozității (n) cerului pentru cîteva zone mai importante din România.

23. Geminidele observate pe harta specială în proiecție stereografică.

24. Proiecția stereografică a meteorilor M_1 și M_2 care au radiantul în punctul R.

25. Secvența polară Nord (N.P.S.) la trei scări diferite.

SUMAR.

III. GALAXIA (continuare)

C. Materia difuză.....	5
1. Paradoxul lui Olbers.....	5
2. Exemplul sistemului solar	7
3. Exemplul altor galaxii.....	23
4. Materia interstelară: evidența și structura ei.....	24
5. Nebuloasele	26
6. Gazul interstelar	27
7. Pulberea galactică	31
8. Câmpul magnetic al Galaxiei. Unde electromagnetice și radiații cosmice.....	41
9. Materia intergalactică.....	44
D. Metamorfoze galactice	47
1. Stelele se nasc și azi.....	47
2. De la materia difuză la materia stelară și invers....	48
3. Mecanismul cibernetic al Galaxiei.....	51
4. Raze λ și raze γ ctreieră Galaxia.....	62
5. Faimoasa ipoteză a „stelelor neutronice“.....	65
6. Pulsarii	68
7. „Black-hole“	71

IV. „COLONIILE DE LUMI PIERDUTE“ (METAGALAXIA)

1. Vestii din norii lui Magellan.....	74
2. Organizarea materiei în Metagalaxie	76
3. Ipoteza expansiunii Metagalaxiei.....	80
4. Quasarii și galaxiile albastre.....	83

V. IDEI COSMOLOGICE

1. Cosmogonie și cosmologie.....	87
2. Salturile calitative ale Cosmologiei	113

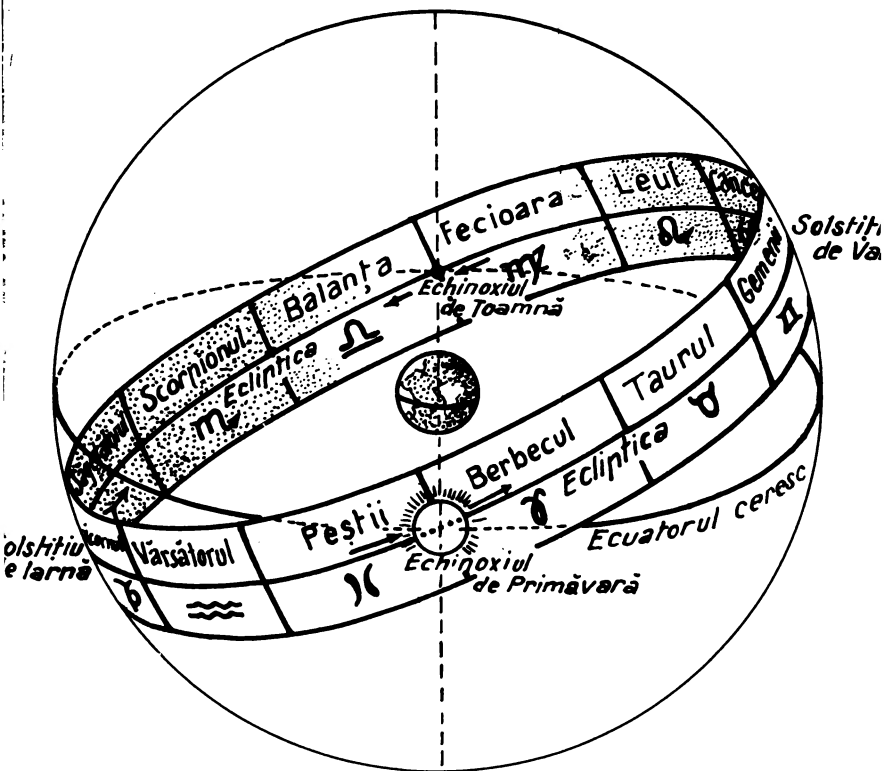
3. Finit sau infinit?.....?	125
4. Alte modele de Univers.....	139
5. Ce ne spun quasarii.....	145
6. „Black-holes” contra Doppler-Fizeau	152
7. Geometrie și istorie la nivele nonumane.....	166
8. Ființa gânditoare și Universul cosmic.....	193
9. Influențe cosmice, astronomia zodiilor și astropsihologia	200
Bibliografie la capitolele III, IV, V.....	209
VI. MINI GHID DE ASTRONOMIE PRACTICĂ	
1. Firmamentul.....	213
2. Constelațiile	228
3. Lăuna	236
4. Primele observații necesare: astroclimatul.....	239
5. O metodă sigură de învățare a constelațiilor: observarea meteorilor	258
6. Ecuația personală și probleme de astropsihologie....	285
<i>Bibliografie</i>	301
<i>Glosar</i>	305
<i>Ilustrații</i>	319
<i>Tabla ilustrațiilor</i>	333

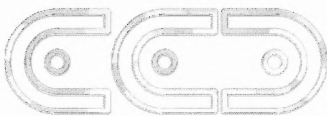
Lector : IORDAN DATCU
Tehnoredactor : ELENA CĂLUGĂRU

Bun de tipar : 29.1.1980. Coli ed. 16,59. Coli
tipar 10,50



Comanda nr. 90 434
Combinatul Poligrafic „Casa Științei”
București — Piața Științei nr. 1
Republica Socialistă România





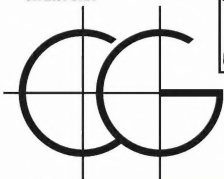
Scanare și prelucrare digitală



EM



de
Anonim



și
CAT Graur



Antwerpen
2025

